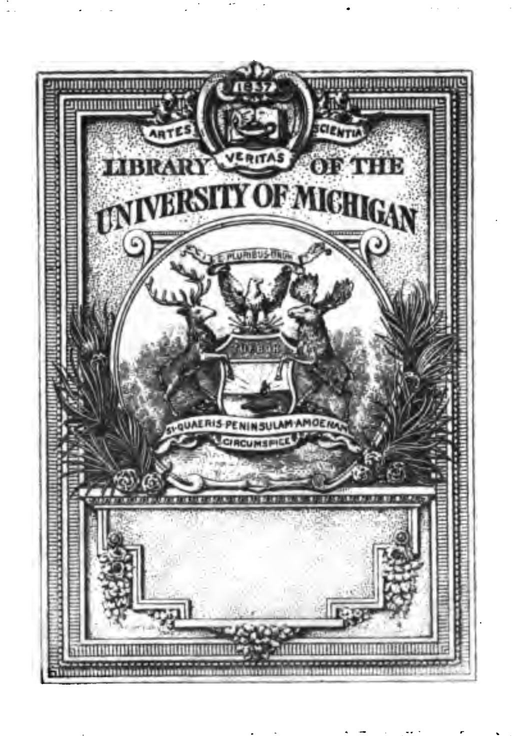
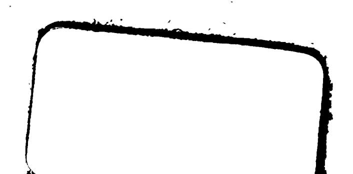
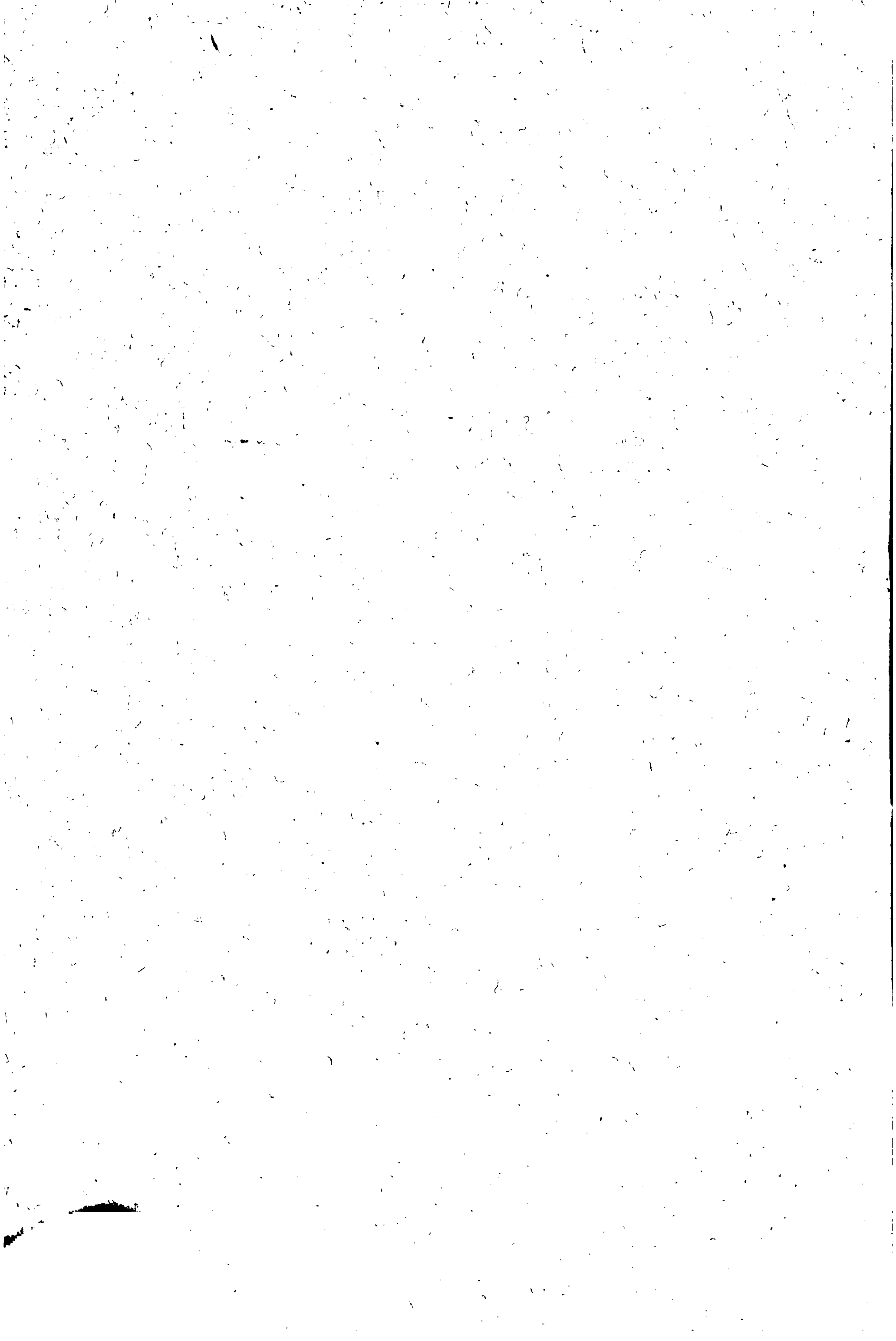

1837
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE





# Die Morphologie und Anatomie von Cnicus benedictus L.

Inaugural-Dissertation
der
mathematischen und naturwissenschaftlichen Fakultät
der
Kaiser-Wilhelms-Universität Strassburg
zur
Erlangung der Doktorwürde
vorgelegt von

Heinrich Paul Stadler
aus Heusweiler

(mit 85 Figuren).

Strassburg
Buch- u. Lichtdruckerei Jul. Manias & Cie., Judengasse 28
1908

Vorliegende Arbeit wurde im pharmaceutischen Institut der Universität Strassburg mit dessen Hilfsmitteln unter Leitung des Herrn Privatdozenten Dr. Rosenthaler ausgeführt. Ich spreche ihm und allen denjenigen, welche mich dabei unterstützt haben, meinen aufrichtigen Dank aus, insbesondere dem Leiter des Instituts, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Schaer, der mit nie versagender Bereitwilligkeit meinen Bestrebungen stets eine wirksame Förderung zu teil werden ließ.

Wenn die Kräuter auch nicht zu den allerwichtigsten und am meisten angewandten unserer Drogen zu rechnen sind, so gehören sie doch zu den Arzneimitteln, die, wenn auch vorübergehend vernachlässigt, doch immer wieder einen festen Platz in der Medicin einnehmen. Allerdings liegt ihre Bedeutung öfters mehr in der Volks- als in der Schulmedicin. Trotzdem sind eine ganze Anzahl derselben noch officinell. Mit der Vernachlässigung der Kräuter durch die Medicin, die nicht zu verkennen ist, geht Hand in Hand die Vernachlässigung, die sie von Seiten der Pharmacognosten erfahren haben. Während alle andern officinellen Drogen zum Teil monographisch bearbeitet oder doch in weitgehendem Maße pharmacognostisch untersucht worden sind, fehlt es für die überwiegende Mehrzahl der Kräuter an einer eingehenden pharmacognostischen Schilderung. Ein Beweis für diese Behauptung ist leicht zu erbringen, wenn man davon Einblick nimmt, in welcher Weise die Lehrbücher der Pharmacognosie die Kräuter behandeln. Arth. Meyer (35)* hat in seiner „Wissenschaftlichen Drogenkunde" überhaupt keines, Tschirsch und Oesterle (50c) haben nur einige wenige genauer besprochen, selbst bei Flückiger (14) sind sie zwar behandelt, aber in knapper Weise. Dasselbe gilt von Marmé (34), Gilg (15a) und Andern. Etwas ausführlicher sind schon die Angaben in Ad. Meyers: „Anatomische Charakteristik officineller Blätter und Kräuter" (36) und in Adrien Lemaire: „De la détermination histologique des feuilles médicinales" (31). Auch im deutschen Arzneibuch ist die Schilderung der Kräuter eine ungenügende, die Anatomie vernachlässigt und weit

*) Anmerk.: Die Zahlen hinter den Autornamen verweisen auf das Litteraturverzeichnis am Schlusse der Arbeit.

weniger durchgeführt als bei andern Drogen. Es macht sich deshalb das Bedürfnis nach einer monographischen Behandlung gerade der Gruppe der Kräuter geltend. Die vorliegende auf Veranlassung des Herrn Privatdozenten Dr.L. Rosenthaler unternommene Arbeit soll einen Beitrag dazu liefern, indem sie die Morphologie und Anatomie des offizinellen *Herba cardui benedicti* eingehend schildert. Die Stammpflanze desselben ist *Cnicus benedictus L.,* welche zur Gruppe der *Cynareae* oder *Centaureinae* gehört, die wieder eine Unterabteilung der *tubulifloren Compositen* bilden.

Die Untersuchung konnte aber nicht geschehen, ohne auch entwickelungsgeschichtlichen und physiologischen Beziehungen einige Aufmerksamkeit zuzuwenden; denn es läßt sich die Notwendigkeit nicht in Abrede stellen, daß die botanische Seite der Pharmacognosie einer Ausbreitung nach allen ihr zur Verfügung stehenden Richtungen bedarf, soll nicht die ganze Wissenschaft der Pharmacognosie ein trockenes, der lebendigen Entwickelung unfähiges Gebilde bleiben. Dieser Weg ist auch von Andern beschritten worden. Tschirch und Oesterle haben bereits der Entwickelungsgeschichte im Rahmen ihrer Ausführungen einen über das Seitherige weit hinausgehenden Raum gewährt. Die Physiologie hat in systematischer Weise noch keinen Eingang gefunden, obgleich festgestellt zu werden verdient, daß die modernen Pharmacognosten, wie Tschirch und Andere diese Beziehungen nicht aus dem Auge verloren haben. Es drängen aber auch alle jene Fragen, die mit Drüsen, Haaren und Sekretbehältern zusammenhängen, die sich um die Localisation von Alcaloiden und Glykosiden drehen, auf eine größere Berücksichtigung der Physiologie nicht weniger hin als die mechanische Erklärung des anatomischen Baues, wie sie von Schwendener und Haberlandt in Angriff genommen und durchgeführt worden ist. Allerdings bedarf es jeweils besonderer Untersuchungen, um

die physiologische Bedeutung anatomischer Gebilde in das richtige Licht zu stellen, und ich hatte nur bisweilen Gelegenheit, darauf einzugehen.

Von den übrigen Teilen, wie sie zu einer Monographie von *Herba cardui benedicti* gehören, sind die Systematik, die Geschichte, geographische Verbreitung u. s. w. bei Seite gelassen, da in den Lehrbüchern und Atlanten alles diesbezügliche genügend berücksichtigt ist. Auch der chemische Teil konnte nicht in Angriff genommen werden; er ist von Schwandner (45) nur teilweise erledigt, es sei daher darauf aufmerksam gemacht, daß hier noch starke Lücken klaffen. Ebenso wurde dem Pulver kein besonderes Capitel zugegewiesen, da die Kräuterpulver im dritten Band von Kochs: „Analyse der Drogenpulver“ (27) ausführlicher behandelt werden. Eine Beschreibung der Wurzel, die ja nicht gebraucht wird, erschien mir der Harzgänge, überhaupt der Vollständigkeit halber, zweckdienlich.

Was die Einteilung der Arbeit anbelangt, so erfolgte sie lediglich nach praktischen Gesichtspunkten, wobei die Morphologie und Anatomie in den einzelnen Abschnitten teils zusammen, teils, wie z. B. bei der Blüte, getrennt besprochen werden. Wiederholungen waren im letzteren Falle im Interesse der Übersichtlichkeit nicht ganz zu vermeiden. Von einem besondern Capitel über vegetativen Aufbau glaubte ich absehen zu können, da das Notwendige bei den einzelnen Pflanzenteilen bemerkt ist.

Zum Schlusse seien noch einige Worte über die Bilder und Zeichnungen beigefügt. Die Photographien wurden mit den einfachsten Hilfsmitteln, einer gewöhnlichen photographischen Klappkamera bei Tageslicht oder künstlicher Beleuchtung, die Zeichnungen mit dem Zeichenapparat ausgeführt. Abbildungen ganzer Pflanzenteile wurden nicht beigegeben, weil solche in den größeren Werken von Köhler (29), Berg und Schmidt (6), Kohl (30) u. s. w. in bester Ausführung zu finden sind.

# I.

# Die Keimpflanze.

Im Freien beginnt die Keimung während der besseren Jahreszeit circa sechs bis vierzehn Tage nach erfolgter Aussaat. Im Winter wurden Keimpflanzen im Zimmer gezogen. Zuerst tritt am Nabel der Achaene das Würzelchen hervor. (cf Cap. X. Die Frucht). Stielrund und spitz endigend dringt die Wurzel rasch senkrecht in den Boden ein, nach drei bis vier Tagen ist sie schon ca. 8 cm lang. Nunmehr sendet sie die ersten Seitenwurzeln aus, die sich dann wieder verzweigen. Das Hypocotyl streckt sich und hebt bisweilen die Fruchtschale aus der Erde heraus. (Fig. 7) Des öftern aber bietet die Schale vermöge ihres starken Pappuskranzes Widerstand, so daß die Cotyledonen aus der im Boden haftenbleibenden Schale durch ihr Wachstum herausgezogen werden. Die Ausbildung der ersten basalen Blätter beginnt schon einige Tage nach beendigter Keimung. (Fig. 9.)

### a. **Die Wurzel** (Fig. 41)

Die Wurzel ist diarch und enthält zuinnerst mehrere kleine Gefäße, die, ohne durch Parenchym getrennt zu sein, aneinander liegen. Der übrig bleibende Raum innerhalb der ringförmigen Endodermis ist von zwei Siebteilen und etwas Parenchym angefüllt. Die Zellen des Pericambiums alternieren mit denen der Endodermis. Letztere ist in diesem Stadium noch nicht verkorkt mit Ausnahme der auch sonst auftretenden verkorkten Stellen der Radialwände, die

sich gegen conc. Schwefelsäure, Chromsäure und Kupferoxydammoniak resistent verhalten. Das Gewebe außerhalb der Endodermis ist radial angeordnet, hier liegen die winzigen Harzgänge. (cf. Cap XI. Die Harzgänge). Auch die Intercellularen ordnen sich hier regelmäßig in Kreisen an; die sie umschließenden Zellen sind zwei bis drei Zellreihen weit viereckig, dann folgen nach außen rundliche bis polyedrische Zellen; die Epidermis ist cuticularisirt und entsendet Wurzelhaare. Stärke fehlt vollständig.

### b. Das Hypocotyl.

Das Hypocotyl ist rund, nur schwach grün gefärbt und an den Ansatzstellen der Wurzel und der Cotyledonen etwas verdickt (Fig. 7-9). Der radiale Bau der Wurzel setzt sich in dasselbe fort, im untern Teil ist er daher derselbe. Nach oben zu tritt eine Trennung des Gefäßbündels in der Weise ein, daß sich dasselbe wiederholt teilt; einzelne Teilbündel anastomosiren wieder, so daß schließlich fünf Bündel in jeden Cotyledo eintreten, die andern in die ersten Blattanlagen. In der jungen Axe ist von ausgebildeten Bündeln noch nichts zu sehen. Die Epidermis des Hypocotyls trägt Spaltöffnungen. Stärke ist vorhanden in einer Scheide, die der Endodermis nach außen anliegt. An der Ansatzstelle der Cotyledonen liegt zu beiden Seiten der mittleren Gefäßbündel je eine große Intercellulare, die sich in die Cotyledonenstiele hinaufzieht, um vor der Lamina zu enden. Hypocotyl und Cotyledonen sind nicht behaart.

### c. Die Keimblätter.

Die Cotyledonen einer drei bis vier Tage alten Pflanze sind bereits vollständig ergrünt, sie sind lang eiförmig und greifen mit ihrem breiten Blattstiel scheidenartig um die winzige Sproßanlage (Fig. 8 und 9). Die Länge der Cotyledonen beträgt in diesem Alter drei bis vier cm., die größte Breite 0,8 cm.

Der Mittelnerv zieht in gerader Richtung zur Blattspitze, er verzweigt sich beim Eintritt in die Lamina und gibt erst unter ganz spitzem, dann fast rechtem Winkel Seitennerven ab, die sich zuerst dem Rande zuwenden, dann parallel zu ihm abbiegen, um sich mit den nächst höher gelegenen Seitennerven erster Ordnung zu verbinden. Seitennerven zweiter Ordnung anastomosiren unter sich und bilden große Maschen, in die Seitennerven dritter Ordnung eintreten, die wieder anastomosiren. Die Nerven vierter Ordnung, die von ihnen ausgehen, enden blind, nach dem sie sich öfters am Ende nochmals gegabelt haben. Die vier Nerven (auf jeder Seite des Mittelnervs zwei), die mit in den Blattstiel eintreten, anastomosiren mit andern Seitennerven erster Ordnung der Lamina sowohl, wie untereinander; die Abzweigungen dieser Anastomosen endigen dann blind.

Die Gefäßbündel der Nerven sind collateral, der Mittelnerv besitzt stets noch eine Stärkescheide, bei den Seitennerven fehlt dieselbe öfters, im Gegensatz zu denen des Stiels, wo sie immer vorhanden. Palisadenzellen stehen in drei bis vier Reihen nur an der Oberseite, daran reiht sich lockeres Schwammparenchym an. Spaltöffnungen, die von meist 5 Epidermiszellen umgeben sind, liegen sowohl auf der Ober- wie Unterseite. Die Atemhöhlen sind klein. Im Mesophyll kommen einige Kristalle von Calciumoxalat vor, die Sekretbehälter treten in der ganzen Keimpflanze schon frühe auf. Cnicin war in keiner Weise, auch durch den Geschmack nicht nachzuweisen.

## II.

# Die Laubblätter.

Je nach ihrer Anordnung am Stengel ist die Gestalt der zerstreut stehenden Laubblätter verschieden. Während die untersten, basalen Blätter (Form a. Fig. 11) einen deutlichen, langen Stiel besitzen, sind die mittleren mit gerader Grundfläche, die oberen mit herzfömigen Grunde sitzend; die obersten Blätter, die die Blüte umhüllen, sind bracteenartig. Die Blätter sind tiefgrün, dicht behaart und etwas klebrig, die netzadrige Nervatur springt auf der Unterseite weißlich hervor.

a. Die basalen Blätter werden 15 bis 27 cm. lang, die Lamina läuft als schwacher Flügel am Blattstiel herab. (Fig. 11). Etwa $^3/_8$ des ganzen Blattes nimmt daher der Stiel mit schmalem, ganzrandigem Flügel ein, die oberen $^5/_8$ des Blattes sind ausgebuchtet. Im Umriß sind die Blätter lang-lanzettlich mit buchtigfiederspaltigem Rand. Die einzelnen Fiederlappen, auf jeder Seite durchschnittlich fünf bis neun, bei stärkeren Exemplaren noch mehr, sind mit wenigen Zähnen, cca. vier auf jeder Lappenseite versehen. Die Fiederlappen stehen rechtwinklig ab, sind gegenständig, besitzen eine Stachelspitze und werden nach oben und unten zu kleiner, in der Mitte sind sie am größten. Der Stiel ist dreikantig. Die Anzahl der basalen Blätter beträgt 7 bis 10.

b. Die ersten Stengelblätter, die folgen, zeigen Übergangsform, d. h. sie besitzen einen stärker geflügelten Stiel,

dann aber kommen sitzende große Blätter, deren Grund nicht herzförmig ist (Fig. 12). In ihrer Achsel entsteht gewöhnlich ein Seitensproß. Die Lamina läuft etwas am Stengel herab. Die Ausbuchtungen sind nicht ganz so regelmäßig und nicht mehr so tief wie bei Form a, der unpaare Endlappen ist breiter, vielfach etwas gedreht; sonst gleichen die Blätter der Form b denen der Form a sehr. Bis zum Blattgrund tragen sie deutliche Zähne, größere Ausbuchtungen beginnen aber auch hier erst nach dem ersten Drittel. Diese Form b findet sich an Haupt- und Nebensproß. Die Länge beträgt 15 bis 20 cm.

c. Weiter oben ändert die eben beschriebene Form wieder etwas ab, die Blätter sitzen mit herzförmigem Grunde auf, laufen etwas am Stengel herab und sind unten breiter als oben, im Umriß unten mehr eiförmig. Sie laufen spitz zu und besitzen größere Zähne und Stacheln. Die Ausbuchtungen sind bedeutend flacher. (Fig. 13) Die Länge dieser Form c beträgt 8 bis 15 cm. Auch in ihren Achseln entstehen Seitensproße.

d. Diese oberen Blätter werden gegen die Blüte zu immer kleiner, die Buchten verschwinden fast ganz, die Zähne und Stacheln werden größer, der Umriß dafür noch schmäler und länger (Fig. 14). Die Behaarung wird stärker, hier finden wir hauptsächlich die später beschriebenen Wollhaare, die ein dichtes Spinngewebe klebriger Beschaffenheit bilden. Auch die Farbe dieser Blätter, (Form d) differirt etwas, dieselben sind heller, da sie dünner und nicht so chlorophyllreich sind. Zudem sind sie im Vergleich mit den anderen ein wenig steifer und lederig; die Epidermiszellen zeigen dicke Außenwände.

Die Nervatur der verschiedenen Blätter ist natürlich je nach ihrer Gestalt etwas verschieden, der Nervenverlauf läßt sich jedoch stets auf dieselbe Grundform zurückführen. In den basalen Blättern ist der Mittelnerv, der fünf Gefäßbündel enthält, stark ausgebildet. In den winzigen Lamina-

ansätzen verläuft noch je ein kleines Gefäßbündel, das sich in der breiter werdenden Lamina hinaufzieht und mit Seitennerven erster Ordnung vereinigt dort, wo die erste größere Ausbuchtung statt hat. Im ganzen sind es also sieben Bündel, die den Blattstiel durchziehen, meist drei, die in dem Miltelnerv der Lamina verlaufen. Bei der Form b besitzt der Mittelnerv drei größere Bündel, im unteren Teil des Blattes treten ebenfalls auf jeder Seite zwei kleinere Nerven auf; die dem Mittelnerv am nächsten liegenden endigen meist im ersten größeren Lappen, die äußeren laufen ihnen eine Zeitlang parallel und entsenden in die kleinen Zähne Abzweigungen. Unter sich sind sie durch Brücken öfters verbunden, senden auch manchmal blind endende Seitennerven ab. Dasselbe wiederholt sich für die oberen, herzförmig sitzenden Blätter (Form c), nur ist hier nicht mehr von einem parallelen Verlauf dieser kleinen Nerven die Rede, sie passen sich vielmehr in ihrer Lage der Blattform an und verlaufen in größeren Bogen, ziemlich in gleicher Richtung mit dem Blattrand, vereinigen sich aber im Blattgrund oder beim Eintritt in den Stengel. Wenden wir uns jetzt zum oberen Teil des Blattes, so können wir hier den Verlauf der Nerven für die verschiedenen Formen (a bis c) zusammenfassen. Große Seitennerven erster Ordnung treten erst in der Region der Lappen auf und verlaufen in diesen in gerader Richtung bis zur Spitze. Bei Form c gilt dasselbe, nur gehen die kleinen Seitennervchen, die den Mittelnerv begleiten, in die ersten Zähne des Blattrandes. Der Winkel, unter welchem die Seitennerven den Mittelnerv verlassen, ist nicht immer derselbe, meistens beträgt er 55° bis 60°, er kann aber bis zu einem rechten werden. Die Seitennerven erster Ordnung endigen mit einem Stachel in der Spitze der Lappen, außer ihnen entsendet der Mittelnerv noch Abzweigungen die nur kurz sind und als Brücken zwischen ihm und Nerven zweiter Ordnung dienen, welch letztere von Seiten-

nerven erster Ordnung abgehen. Unter sich anastomosiren sie auch, sie bilden also Brücken, von welchen aus Abzweigungen nach außen in die Blattzähne gehen. Nach der Blattmitte zu anastomosiren diese Seitennerven dritter Ordnung und bilden Maschen, in die sie solche vierter Ordnung hineinsenden. Letztere sind am Ende häufig mit einer Gabelung versehen und enden blind.

Die sonstigen anatomischen Verhältniße können zusammen besprochen werden. Zur Untersuchung dienten Blätter der in Blüte stehenden Pflanze.

### Anatomie der Lamina.

Auf dem Querschnitt (Fig. 18) sind die Epidermiszellen etwas tangential gestreckt. Auf der Ober- und Unterseite sind zahlreiche Spaltöffnungen, Drüsen und Haare. Zwei bis drei Reihen Palisadenzellen auf der Oberseite füllen den Raum fast ganz aus, so daß für Schwammparenchym wenig Platz bleibt, besonders da auch die Unterseite öfters ein bis drei Reihen palisadenartiger Zellen aufweist, die jedoch nicht so gedrängt stehen wie die oberen; sie sind drei bis vier mal so lang als breit. Am Blattrande sieht man die Palisaden sich radienartig von Oberseite zur Unterseite fortsetzen; hier kommen dicht unter der Epidermis, besonders im Blattstielflügel, einige Collenchymzellen vor.

In der Fläche gesehen sind die Epidermiszellen stark wellig-buchtig, es sind oben und unten gleichmäßig gebaute Tafelzellen, nach Meyer (36) sollen die der oberen Blattfläche flach wellig, die der unteren tief wellig sein, ich fand aber keinen großen Unterschied (Fig. 15). Kristalle fehlen.

### Anatomie der Blattnerven und des Stiels.

Ein Querschnitt durch den Mittelnerv (Fig. 1) hat ungefähr dreieckige Form mit einem rechten Winkel. Die Basis des Dreiecks, an die sich beiderseits die Lamina an-

schließt, entspricht der Oberseite. Drei Gefäßbündel, in chlorophyllarmem Grundgewebe liegend, durchlaufen den somit fast farblos aussehenden Mittelnerv, der nur durch einen in den Epidermiszellen abgelagerten roten Farbstoff rot angelaufen ist. Viele Epidermiszellen bilden mehrzellige Drüsen und Haare aus (cf. Cap. III. Drüsen und Haare). Die Epidermiszellen über und unter den Nerven unterscheiden sich von denen des Mesophylls durch ihre regelmäßige langgestreckte Form und ihre geraden Wände. Des öfteren besitzen sie cuticuläre Längsstreifung (Fig. 16, 17). In den subepidermalen Zellreihen findet sich Collenchym, besonders an den Kanten. Nur die äußeren Partien des Parenchyms führen Chlorophyll, kleine Intercellularen sind häufig. Größere Intercellularräume liegen wenigstens bei den basalen Blättern, im Grundgewebe zu beiden Seiten des mittleren Gefäßbündels, ähnlich wie bei den Cotyledonen. Das Parenchym besteht aus rundlichen, zwei bis vier mal so langen als breiten Zellen.

Zur Untersuchung der Gefäßbündel diente das mittlere Bündel des Blattstiels. Seine Form auf dem Querschnitt (Fig. 2) ist rundlich bis elliptisch. Der größere Durchmesser eines solchen Bündels beträgt ca. 65 mm, der kleinere ca. 0.35 mm. Es ist collateral gebaut, der Siebteil liegt, wie in der Regel, an der Blattunterseite, also nach der Spitze des oben erwähnten Dreiecks zu, während der Holzteil der Basis, also der Blattoberseite zugewandt ist. Um Phloëm und Xylem herum ziehen sich zwei starke, halbmondförmige Gruppen von dickwandigen Sklerenchymfasern, nach außen zu liegt eine Leitbündelscheide, die Stärke enthält. Ihre Zellen sind dünnwandig und nicht ganz regelmäßig, ihre Wände bestehen aus reiner Cellulose. Die Fasern sind sehr lang, ihre Breite beträgt nur 12 bis 15 $\mu$ im Durchschnitt. In jüngeren Blättern geben sie noch keine Holzreaction, wie sie denn auch in diesem Stadium noch weniger verdickt sind und Inhalt führen. Zwischen Holz-

und Fasergruppe findet sich auf der Seite, wo kein Siebteil liegt, noch etwas langgestrecktes Parenchym. Die Form des Siebteils ist nierenförmig oder elliptisch; sein Bau ist normal, wir finden zahlreiche Siebröhren, die von Siebparenchym begleitet sind. Sie sind 8 bis 12 μ breit und 75 bis 150 μ lang und führen gelblichen Inhalt (Weingeistmaterial). Der Holzteil besteht aus Gefäßen, die in radialen Reihen liegen. Sie haben zum Teil ring-, zum Teil schraubenförmige Verdickungsleisten, daneben kommen auch viele Netzgefäße vor und in älteren Blättern solche mit Hoftüpfeln. Durchschnittlich beträgt der Durchmesser der Gefäße 35 μ, es kommen aber solche von 15 bis 40 μ vor. Die Lücken zwischen den Gefäßen werden durch dünnwandiges Holzparenchym ausgefüllt, das inhaltsreich ist und dessen unverholzte Wände einfache, runde Tüpfel besitzen. Im oberen Teil des Blattes werden diese Zellen seltener.

Die Struktur der Seitennerven ist im großen ganzen dieselbe, nur wird sie einfacher. Die Leitbündelscheide mit Stärke ist ebenfalls vorhanden, auch bei den Seitennerven zweiter Ordnung; die Halbmonde um das Gefäßbündel werden kleiner, ihre Zellen mehr collenchymatisch, zuletzt fehlen sie ganz, bis die kleinsten Nerven blind mit einer Trachee endigen.

Auch in den Blättern finden sich Sekretgänge, die, meist in der Einzahl, stets charakteristisch in unmittelbarer Nähe der Scheide vor dem Siebteil liegen. (cf. Cap. XI. Die Sekretgänge).

Eine Vergleichung der Größe der Stomata ergab, wie aus folgender Tabelle ersichtlich ist, geringe Differenzen je nach der Lage:

| Stomata der: | über den Nerven | | über dem Mesophyll | |
|---|---|---|---|---|
| | breit | lang | breit | lang |
| Blattoberseite . . . . . | 22 | 42 | 20,5 | 35 |
| Blattunterseite . . . . . | 20,5 | 42 | 21 | 34 |

Wir sehen also, daß die Spaltöffnungen in der Epidermis über und unter den Nerven entsprechend der langgestreckten Form der sie umgebenden Zellen auch etwas größer sind als die des Mesophylls, das kleinere wellige Epidermalzellen besitzt. Eine Verschiedenheit in bezug auf Ober- und Unterseite ist nicht wahrzunehmen. Die Stomata liegen mit ihren Schließzellen etwas über die Oberfläche erhöht. Nebenzellen fehlen ihnen. Lemaire (31) gibt an, daß Spaltöffnungen über den Nerven fehlen. Dies trifft jedoch nicht zu, auf der Unterseite sind sie sogar häufig, auf der Blattoberseite allerdings selten, ich habe sie aber öfters gefunden. (Fig. 15, 16, 17.)

Dort, wo die Blattlamina Zähne ausbildet, laufen dieselben stets in Stacheln aus, die von Blattnerven gebildet werden. Die Epidermiszellen besitzen hier, wie über den Nerven überhaupt, ihre langgestreckte Form mit geraden Wänden, die Membranen werden aber stark verdickt, manchmal zeigen sich bucklige Emporhebungen in derselben. Etwas kleinere, mehr rundliche Spaltöffnungen, die vielleicht als Wasserspalten dienen, kommen vor. Sonst beteiligen sich an der Bildung des Stachels nur wenige Elemente, unter der Epidermis einige Reihen von mittelstark verdickten Fasern mit einfachen Tüpfeln. Die Länge dieser Fasern beträgt 450 $\mu$ bis 600 $\mu$ und mehr, die Breite 15 bis 25 $\mu$. Sie umschließen kegelmantelartig die letzten Ring- oder Schraubentracheiden. Bis zur Ansatzstelle des eigentlichen Stachels liegt Chlorophyll. Der rote Farbstoff liegt in Epidermal- oder in Subepidermalzellen. Er findet sich auch in den Blattrandzellen in der Umgebung der Stacheln. Alcohol löst den Farbstoff, Chloralhydrat ebenfalls, Salzsäure nimmt ihn mit gelber Farbe auf. Kalciumoxalatkristalle in Drusenform kommen in der unteren Partie der Stacheln manchmal vor. Die Stacheln der Blattformen c und d sind größer als die der anderen.

---

## III.

# Die Drüsen und Haare.

Drüsen vom Bau der Compositendrüsen finden sich, wie bereits erwähnt, sehr zahlreich überall an oberirdischen Teilen der Pflanze vor und bedingen wohl die klebrige Beschaffenheit des Krautes. Die ersten Laubblätter der Keimpflanze bilden bereits Drüsen aus, Stengel und Blätter sind damit bedeckt, auch in der jungen Blüte sind sie, wie z. B. an Corolle, Antheren und Pappuskörpern, sehr häufig. Viele Autoren, wie Marmé (34), Ad. Meyer (36), Gilg u. a. erwähnen ihr Vorkommen am Stengel überhaupt nicht, es mag dies daher kommen, daß an älteren Stengelteilen die Drüsen collabiren und ihre Reste bei der großen Anzahl von Haaren leicht zu übersehen sind.

Marmé (34) sagt, daß Drüsen nur an jüngeren, in der Nähe der Blüte stehenden Blättern vorhanden seien; an älteren, auch basalen Blättern sind sie nach meiner Beobachtung ebenso häufig.

Über die Entwicklung der Compositendrüsen im Allgemeinen gibt Tschirch (50) in „Harze und Harzbehälter“ II. Teil eine kurze Übersicht, die sich auf die älteren Arbeiten, wie die von Martinet, Hanstein, de Bary etc., sowie seine und O. Tunmann's (51a) Untersuchungen gründet. Bei den Drüsen von *Cnicus benedictus* liegen die Verhältnisse etwas anders als bei den von Tschirch geschilderten, insofern als bei ihrer Entwicklung zuerst nicht eine Quer-, sondern eine Längswand gebildet wird. Zur Beobachtung dienten sowohl Drüsen der jungen Blätter der Keimpflanze,

als solche der Blütenregion, letztere an Mikrotomschnitten untersucht.

Die Entwicklung verläuft folgendermaßen: Eine einzelne Epidermiszelle wölbt sich empor, es entsteht dann zuerst eine Längswand. (Fig. 19. I.) Wenn es auch manchmal so aussieht, als ob zuerst Querwände gebildet würden, so können diese ebenso leicht als Wände junger Haare erklärt werden, oder, da sie selten vorkommen, auch in der Weise, daß die Zellen sich auf dünnen Schnitten etwas verschoben haben, daß also die Längswand deshalb nicht zu sehen ist, weil sie in die Bildebene fällt, und nur die in der Entwicklung nächstfolgende Querwand sichtbar ist. Es liegen die Drüsen auch bei *Cnicus benedictus* mit verschwindenden Ausnahmen stets in bestimmter Lage, d. h. die Längswand fällt, z. B. beim Sproß, in die Horizontalebene desselben; bei den Blättern liegen die Längswände der Drüsen in bezug auf die Epidermisebene genau so, sie sind daher auf Querschnitten meist gar nicht oder nur sehr schlecht zu sehen. Auf Blattquerschnitten sind also meist nur Querwände, auf Längsschnitten Quer- und Längswände sichtbar.

Ist die Längswand gebildet, so folgt die erste Querwand in der Höhe der Epidermisoberfläche. Dann treten in dem so entstandenen, oberen Zellpaare regelmäßig meist drei bis vier weitere Querwände in jeder Hälfte auf. Die junge Drüse, die mit ihrer Sekretion noch nicht begonnen hat, zeigt Fig. 20. II. Das oberste Zellpaar ist am größten, auch am plasmareichsten. Fig. 21. IIa zeigt eine solche junge Drüse vom Blattquerschnitt: die Längswand ist hier, wie oben schon erklärt, nicht zu sehen. Es beginnt jetzt bald die Sekretion, als deren Entstehungsort eine resinogene Schicht (50a) zu bezeichnen ist, welche sich als feiner Belag auf der Außenseite der Membran der obersten Zellreihen zwischen Membran und Cuticula findet. Die Sekretion setzt gewöhnlich in der Mitte der apikalen Zellen ein, man sieht daher häufig den Zustand, den Fig. 22, IIb

erläutert, d. h. es hebt sich die Cuticula zuerst auf jeder der beiden Endzellen in der Mitte etwas ab, während sie über der Region der Längswand noch mit der Membran verbunden ist. Nun wird durch den Innendruck die Cuticula bald ganz vom obersten Zellenpaar abgehoben. (Fig. 23 III.) Es beginnt jetzt gleichzeitig mit der Steigerung der Sekretion ein Wachstum der untersten Zelletagen, die sich durch Querwände vermehren; die oberen vier bis fünf Etagen, die sog. „secernirenden" Zellen, verändern sich nicht mehr, die ganze Drüse nimmt jedoch durch das Wachsen des Stieles an Größe sehr zu. In diesem Stadium beträgt die Zahl der Etagen, die des Stieles inbegriffen, oft bis zu 12; die anliegenden Epidermiszellen werden etwas mit in die Höhe gehoben. Die Drüsen der Blütenregion, deren Etagenzahl 14 bis 16 betragen kann, besitzen eine viel längere, haarartige Form. (Fig. 65).

Fig. 24, IV. zeigt uns eine Drüse in vollster Tätigkeit. Die secernirende Schicht (cf. Tschirch 50a) ist hier deutlich zu sehen, auf ihr lagern größere und kleinere Tropfen, während der übrige Hohlraum von stark lichtbrechender, mehr oder weniger zäher Flüssigkeit ganz gefüllt ist, ein Zeichen, daß zwei verschiedene, nicht mischbare Körper secernirt werden. Bei starker Sekretion löst sich die Cuticula in vielen Fällen auch von den Membranen der darunter liegenden Zelletagen ab, deren resinogener Belag an der Sekretion teilnimmt. Diese secernirenden Zellen werden aber bald zusammengedrückt und sind dann schlecht sichtbar. (Fig. 25 V). Die Abhebung der Cuticula erstreckt sich nie über die Secernirungszellen hinaus, die Sekretblase sitzt dann direkt den großen Stielzellen auf. „Von oben betrachtet, erscheint die Drüse wie aus zahlreichen, ineinander geschalteten, gestreckten und in der Mitte geteilten Ovalen bestehend" (cf. Tschirch, (50 b. p. 468). Wird das Sekret in der alternden Drüse entleert, so faltet sich die zersprengte Cuticula auf den zerdrückten

secernirenden Zellen zusammen. (cf. Fig. 26 VI.) Auf Stengelquerschnitten ist dieses Bild sehr häufig. Es kann vorkommen, daß die Cuticula nicht platzt, dann ist der Hohlraum mit Luft und braunen Sekretrückständen erfüllt. In den Stielzellen kommen zuweilen wenige winzige Kristalle vor, deren Beschaffenheit sich wegen ihrer Kleinheit nicht aufklären ließ. Die Größenverhältnisse erläutern die Figuren. Eine ausgewachsene Drüse misst ohne Stielzelle an Länge 45 bis 70 μ, an Breite 35 bis 45 μ, die Sekretkugel besitzt einen Durchmesser von 50 bis 60 μ. Die Drüsen der Blütenregion sind bei gleicher Breite bis zu 120 μ lang (Fig. 65).

Das Sekret stellt eine klare, farblose, je nach dem Alter mehr oder minder dickflüssige Flüssigkeit dar, in der sich einzelne Tropfen von etwas rötlichem Lichtbrechungsvermögen befinden. Die Behandlung mit Reagentien scheiterte in vielen Fällen daran, daß die Tropfen leicht zusammenlaufen, vom Reagens umhüllt werden oder in winzige Tröpfchen zerfallen. Zur mikrochemischen Untersuchung dienten Drüsen, wie sie oben sub Fig. 24 IV beschrieben sind und die von Blättern oder Stengeln junger Pflanzen stammten. Mit Kalilauge wird der Inhalt des Drüsenkopfs intensiv gelb, die Cuticula wird schließlich gesprengt, worauf die anfangs homogen aussehende Flüssigkeit wolkig entleert wird. Sofort scheiden sich kleine Tröpfchen oder Körnchen ab; waren die Sekretzellen bereits zusammengedrückt, so bewirkt Kali sehr oft die Wiederherstellung der alten Form. Wurden die Drüsen mit starker, ammoniakhaltiger Kalilauge behandelt, wie sie von W. Uhlmann (52) empfohlen wurde, so trat Kristallbildung in Form von Seife nicht oder nur so schwach ein, daß kein sicherer Schluß gezogen werden konnte. Alkohol bewirkt öfters ein Zusammenfließen der vorhandenen Tropfen; sprengt man durch Druck auf das Deckglas die Cuticula, so löst sich der Drüseninhalt je nach der Concentration des Alko-

hols, stets bleibt ein Belag von körniger oder wabiger Beschaffenheit zurück. Osmiumsäure färbt die Hauptmenge des Sekrets schwarz, die Tropfen bleiben lange Zeit unverändert, werden dann aber auch dunkel. Alcanna färbt unter dem Deckglas sehr schlecht, legt man dagegen die Schnitte eine Stunde in Alcannatinktur, so färbt sich das Sekret schwach rot. Sudan färbt ebenfalls rot. Cyanin bewirkt eine tiefblaue Färbung, leider färbt sich der ganze Inhalt, da die Tropfen nach der Behandlung mit der alkoholischen Lösung nicht mehr vorhanden sind. Concentrirte Schwefelsäure färbt grüngelb, die Cuticula platzt dabei öfters von selbst, kleine Tröpfchen von gelber Farbe werden entleert, die anfangs eine braune Wolke bilden; ein homogener, gelber Belag bleibt zurück. Millon's Reagens färbt die resinogene Schicht vorübergehend braunrot, das Sekret bleibt gelb. Zerdrückt man die Drüse unter Wasser, so tritt eine homogene Masse aus, die sich gleich verändert; es entstehen Strukturen oder körnige Massen, indem das Wasser gewisse Partien herauslöst, oder es fließen gelbe Tropfen zusammen. Conc. Salzsäure bringt die Tropfen im Innern ebenfalls zum Schwinden, die ganze Blase wird gelb, platzt und zeigt dasselbe Verhalten wie gegen conc. Schwefelsäure. Mit Vanillin-Salzsäure reagirt das Sekret ebenso, der Inhalt der secernirenden Zellen färbt sich jedoch rosa bis violett: (Eiweißreaction Rosenthaler.) Mit Eisenchlorid färbt sich das Sekret gelb bis orange, einzelne circumscripte Partien der resinogenen Schicht nehmen schöne, weinrote Farbe an. In den Secernirungszellen ist kein Gerbstoff. Formaldehydschwefelsäure färbt das Sekret homogen grün, dann schwach rot. Alte Drüsen und resinogene Schicht werden sofort rot. Conc. Schwefelsäure allein tut dies nicht. Franchimont-Unverdorben's Reagens färbt den Inhalt nach 8 bis 14 Tagen grünblau. Zum Schlusse sei noch das merkwürdige Verhalten gegen Chlorzinkjod erwähnt. Zerdrückt man die Drüsenköpfchen unter

dem Deckglas, hebt aber den Druck nach erfolgtem Platzen nicht auf. so strömt das Sekret in dünnster Schicht in die Umgebung. Zu innerst bildet es eine hellblaue Zone, an die sich nach außen ringförmig eine gelbe anschließt. An deren Außenrand tritt jetzt das Sekret mit dem Chlorzinkjod in Berührung; hier bilden sich violette Wolken, die aus kleinsten Tröpfchen bestehen. Hebt man den Druck auf das Deckglas ein wenig auf, so dringt das Chlorzinkjod in stärkerer Concentration bis zur gelben Zone vor, diese ganz in violette Wolken verwandelnd. Die blaue Partie wird sofort nach der Berührung mit dem Reagens gelbbraun gefärbt. Auf jeden Fall zeigt diese Reaktion ebenfalls das Vorhandensein zweier verschiedener Substanzen im Sekret an und zwar Schleim und Öl, resp. Harz. Der Inhalt der Zellen reagiert neutral, so weit man dies beim Zerdrücken unter Lakmustinctur beobachten konnte. Im Gegensatz zu anderen Compositendrüsen (cf. Tschirch 50a p. 1161) färben sich alle secernierenden Zellwände mit Chlorzinkjod rein gelb, die der Stielzellen blau.

Erwähnt seien auch die Schwierigkeiten und Unsicherheiten der angestellten Reaktionen, da es sehr schwer hält, gleichalterige Drüsen zu bekommen. Es treten nämlich, je nach dem Alter, die abweichendsten Reaktionen ein; es mußten daher eine große Anzahl derselben mit Drüsen der verschiedenen Pflanzenteile gemacht werden.

Die Haare, die bei *Cnicus benedictus* vorkommen, sind recht verschiedenartig und verdienen schon deshalb eine eingehende Besprechung, weil sie für die Pflanze charakteristisch sind und zur Erkennung des Pulvers gute Dienste leisten. Blätter und Stengel sind dicht behaart, an beiden finden sich die großen, weißen Gliederhaare. Gebildet werden sie aus einer Reihe von Zellen, deren untere abgeplattet, deren obere längsgestreckt sind. Die Zellhöhe beträgt in der Nähe der Ansatzstelle im Durchschnitt 110 μ, die Breite unten ca. 160 μ; die Außenwände sind vielfach

stark gewölbt. Von der Basis zur Spitze werden die Zellen allmählig schmäler und dafür länger. Die Zahl der Zellen variiert zwischen 10 bis 30. Die Endzellen sind meist zerknittert. Diese Gliederhaare entstehen aus einer Epidermiszelle, welche sich so stark emporwölbt, daß die ihr benachbarten ca. 8 bis 10 eine kleine Emporhebung erfahren (Fig. 29), an dem Haar hinaufragen und auf diese Weise eine Intercellulare über der subepidermalen Zellreihe bilden. Sie entspringen aus Epidermiszellen über den Nerven, seltener aus solchen über dem Mesophyll; in letzterem Falle erfahren die um das Haar liegenden, sonst welligen Epidermiszellen eine Geradestreckung. In beiden Fällen liegen diese Nebenzellen des Haars radiär um dasselbe. In der Jugend führen die Zellen der Haare reichlichen Inhalt, der sich an der Mitte der Querwände contrahiert, später Luft.

Von den Gliederhaaren unterscheide ich eine andere Haarform, die stets mit ihnen zusammen vorkommt und deren Entwickelung mit der der Gliederhaare übereinstimmt. Durch ihre Größe — sie sind viel kleiner als die Gliederhaare— ihren reicheren Inhalt und vor allem durch ihre köpfchenartige Anschwellung unterscheiden sie sich von ersteren. Die Zahl der Zellen, aus denen sich ein solches Haar zusammensetzt, beträgt nur 6 bis 12, meistens 8 bis 10; sie sind etwas länger als breit, ca. 14 μ hoch, und 11 bis 12 μ breit. Reactionen auf den Inhalt des Köpfchens waren ohne Erfolg, es scheint sich in bezug auf Inhalt den andern Zellen gleich zu verhalten. Der Annahme, es seien nur Jugendzustände von Glieder- oder Wollhaaren, widerspricht ihr Vorkommen auch an ausgewachsenen Achsen und Blattteilen, sowie ihre oft zerdrückte Endzelle. Sie seien deshalb als Köpfchenhaare (Fig. 28) besonders hier besprochen.

Eine besondere Art von Haaren bilden die Wollhaare (Fig. 27). Sie sind nicht ausschließlich auf den Deckblättern

des Blütenköpfchens zu finden — wo sie allerdings überwiegen — sondern zeigen sich häufig auch auf Stengel und Blättern, besonders Blattbasen, hier ebenfalls spinnwebartige Bildungen hervorrufend. Diese Wollhaare bestehen aus einem einreihigen Haarstiel, der den gewöhnlichen Gliederhaaren auch hinsichtlich der Entwicklung völlig gleicht, und einer sehr langen Endzelle. Nur ein einziges Mal fand ich den Stiel verzweigt. Er kann aus sechs bis fünfzig, im Mittel dreißig Zellen bestehen. Die Endzelle ist zu einem oft bis 2 cm langen, schmalen Haar geworden, das spitz zuläuft. Die mittlere Breite beträgt 6 bis 10 μ. Die Wände sind dünn und glatt. Die peitschenförmig gewundene Haarzelle sitzt mit einer blasigen Austreibung auf dem Haarsockel auf (Fig. 27), dessen obere Zellen oft ganz zerknittert sind; die Haarzellen sind verbogen, ineinander verschlungen und zeigen Torsionen. Die Stielzellen besitzen plasmatischen Inhalt. Ihre Breite beträgt unten 55 bis 80 μ, ihre Höhe 100 μ und mehr. Es sei an dieser Stelle noch erwähnt, daß nach Flückiger (14) die Behaarung durch Kultur verringert wird. Es kommen noch andere Haarformen, z. B. die Blütenbodenhaare etc. bei *Cnicus benedictus* vor; da ihr Entstehungsort aber stets auf gewisse Blütenregionen etc. beschränkt ist, habe ich dieselben jedesmal im Zusammenhang mit den Teilen, an denen sie sich finden, beschrieben.

## IV.

# Der Stengel.

Der Stengel ist aufrecht, saftig-krautig, gerillt und mehr oder weniger deutlich fünfkantig. Er ist von grüner Farbe, meist rötlich angelaufen und dicht behaart. Er wird 20 bis 60 cm hoch, an der Basis bis 8 cm dick.

Zu den anatomischen Untersuchungen benutzte ich meist untere Stengelpartien. Ein centrales Mark wird von dem für die Dicotyledonen charakteristischen Bündelring umgeben (Fig. 4); die einzelnen Bündel tragen außen und innen starke Faserbeläge; außen umgibt das ziemlich schmale Rindengewebe den Gefäßbündelcylinder.

Das Mark besteht aus rundlichen Parenchymzellen, die reichlich Inhalt führen, vor allem Kalksalze, denn conc. Schwefelsäure bringt zahlreiche Gypskristalle zur Abscheidung. Es sind Kalciumphosphate, die in Form von Sphaeriten aus Weingeist auskristallisieren. Die Phosphorsäure wurde mit Molybdänammon etc. nachgewiesen. Der äußere Teil des Markes ist verholzt, die Zellwände sind mit zahlreichen, einfachen, runden Tüpfeln versehen. Der innere Teil des Marks ist in älteren Stengelteilen stets zerstört. Die 2 bis 12 Zellen breiten Markstrahlen werden von verholzten Grundgewebselementen gebildet; ihre Höhe ist sehr groß, ein Tangentialschnitt zeigt auch die undeutliche Abgrenzung gegen das umliegende Gewebe, das aus Holzfasern besteht. Die Markstrahlzellen sind ziemlich dickwandig und besitzen große, einfache Tüpfel. Sie sind stehend; liegende Zellen fand ich nicht im Stengel, wohl

in der Wurzel (Fig. 31). Die Markstrahlpartie, die durch Cambiumtätigkeit entstanden ist, besitzt zu äußerst noch kleine, dünnwandige Zellen mit unverholzten Wänden. Der innere Teil verholzt jedoch vollständig, so daß zusammen mit den Gefäßen und Fasern ein geschlossener, mechanischer Ring gebildet wird.

Die Zahl der ungefähr ovalen Bündel im Stengel ist natürlich, je nachdem man oben oder unten schneidet, sehr verschieden. Ich zählte bis zu 60 Bündeln. Die größeren, die z. B. unter den Ecken des Stengels liegen, besitzen Gefäße mit Hoftüpfeln (Fig. 32), wie sie bei der Wurzel (s. d.) vorkommen, ferner ringförmig verdickte, längere Tracheïdgefäße und Tracheiden mit Ring- und Netzverdickungen. Der Durchmesser der ersteren beträgt 15, 30 bis 50, und sogar 70 μ, der letzteren 15 bis 25 μ. Die Gefäßdurchbrechungen sind einfach, nicht leiterförmig. Die Gefäße liegen außen, also nach dem Siebteil zu, entweder einzeln oder unregelmäßig in kleineren Gruppen, umgeben von zahlreichen, dickwandigen, gefächerten Holzfasern (Fig. 3), während sie sich nach innen zu in radiale Reihen ordnen, zwischen denen ein bis zwei Zellen breites Holzparenchym liegt. Zu innerst finden wir einige kleine verholzte Zellen mit geringem Durchmesser, die meist mit Sekret erfüllt und von Parenchym in radialer Anordnung umgeben sind (Fig. 33). (cf. auch Cap. XI.) Um beide Seiten der Gefäßstrahlen laufen Holzfasern bis zu einer großen Fasergruppe, die den Strang gegen das Mark zu abschließt. Bezeichnen wir es als markständiges Faserbündel. Dasselbe erreicht oft einen großen Umfang und legt sich halbmondförmig um den innern Teil des Holzes herum. Die es zusammensetzenden Elemente ähneln in bezug auf Wandbeschaffenheit und Gestalt den Holzfasern, unterscheiden sich jedoch dadurch von ihnen, daß sie keinen Inhalt mehr führen und sich mit allen Verholzungsreagentien viel intensiver färben. Die Holzfasern selbst

führen noch Inhalt und besitzen einfache Tüpfel; auch mit den Markstrahlen stehen sie durch solche in Communication; Hoftüpfel fehlen ihnen.

Das Cambium ist schwach, eine bis wenige Zellreihen breit, ausgebildet.

Der Siebteil des Bündels ist ziemlich umfangreich (Fig. 3), auf dem Querschnitt halbmondförmig, und setzt sich aus Siebröhren, deren Geleitzellen und inhaltsreichem Parenchym zusammen. Die Siebröhren sind im Mittel 100 bis 160 μ lang und bis zu 11 μ breit. Die Siebplatten sind horizontal oder nur schwach schräg gestellt, auf den Seitenwänden kommen keine Siebtüpfel vor. Der Inhalt der Röhren färbt sich mit Jod sofort dunkelbraun.

Umgeben wird der ganze Siebteil von einem großen Bastfasermantel, der sich übrigens vor allen Bündeln findet und nur vor den Markstrahlen aufhört (Fig. 3 u. 4). Vor den Bündeln der Stengelecken ist er besonders stark ausgebildet, oft bis zu 20 Zellen breit. Seine Zellen sind typische, spitze Fasern mit Spaltentüpfeln. Eine Fächerung derselben, die Schumann (43) ein durchgreifendes anatomisches Merkmal der Compositen nennt, war, wenn auch nicht immer, wahrzunehmen. Die Länge der Fasern ist recht bedeutend, ich maß 300 bis 2000 μ und mehr, die Breite beträgt 8, 12 und 15 μ.

Umgeben ist jede Bastfasergruppe außen von einer einreihigen Scheide charakteristischer großer Zellen, deren Innen- und Seitenwände etwas verdickt und verholzt sind (Fig. 36 u. 37). Vor den Markstrahlen setzt sie aus, oder ihre Wände zeigen Cellulosereaction. Stärke fehlt diesen Zellen, wie überhaupt dem Stengel.

Es kommen neben den großen Bündeln aber noch viele kleinere vor, deren Struktur gegenüber derjenigen der großen etwas vereinfacht ist (Fig. 31). Im Siebteil stimmen sie mit ersteren überein. Derselbe besitzt ebenfalls Fasergruppe und Scheide, wenn auch in viel geringerem Um-

fang. Der Holzteil enthält aber viel weniger, meist einzeln liegende Gefäße, die von sehr vielen Holzfasern umgeben sind. Mit einigen Zellreihen der letzteren schließen diese kleinen, ovalen Bündel, die des Parenchyms ganz entbehren, nach dem Mark zu ab. Inulin kristallisiert aus Alkoholmaterial in großen Sphaerokristallen im Mark, aber auch in den Gefäßen aus.

Die Rinde, die den Gefäßbündelcylinder umgibt, besteht im inneren Teile aus normalem, dünnwandigem, inhaltsreichem Parenchym, das kein Chlorophyll enthält; in der Mitte liegen meist einige Reihen zusammengedrückter, tangential gestreckter Zellen, auf die nach außen chlorophyllreiche, rundliche Parenchymzellen ansetzen, die Intercellularen zwischen sich haben. Das Rindengewebe unter den Stengelecken ist noch weiter ausgebildet, es enthält hier viele Zelllagen von Collenchym, dessen schmale Zellen sehr stark verdickte Ecken besitzen. Die Collenchymschicht geht des öfteren, wenn auch nur ein bis zwei Zellreihen breit, unter der Epidermis von einer zur andern Collenchymplatte der Ecken.

Die Epidermiszellen sind in der Richtung der Achse gestreckt, besitzen meist die Form der Epidermalzellen über den Blattnerven und deutlich (Fig. 30) ausgeprägte cuticuläre Parallelstreifung. Spaltöffnungen, Drüsen und Haare sind auf der Epidermis häufig.

In der Rinde liegen die schizogenen Sekretgänge und zwar außerhalb der bereits erwähnten Scheide, meist ein bis zwei Zellreihen von ihr entfernt, in der Einzahl vor jedem größeren Bündel. Es können aber ausnahmsweise zwei bis vier Gänge vor einem Bündel liegen; vor kleineren fehlen sie überhaupt. Sie besitzen meist 5 bis 8 Epithelzellen. In Fig. 37 ist ein Sekretgang im ausgewachsenen Stengel, in Fig. 36 ein solcher im Jugendstadium wiedergegeben.

Des weiteren finden wir in der Rinde manchmal isolierte

Fasergruppen, die aus drei bis vielen Fasern bestehen und stets eine Scheide besitzen (cf. Fig. 35), und rindenständige Gefäßbündel. Diese letzteren sind keine Blattspurstränge, sondern es sind stammeigene Bündel, die sich auch durch eine abweichende Lagerung von Sieb- und Holzteil auszeichnen. Diese relativ seltenen, auf dem Querschnitt kreisrunden, kleinen Bündel besitzen concentrischen Bau, indem zu innerst einige mehr oder weniger regelmäßig angeordnete Gefässe, die von etwas Holzparenchym begleitet sind, liegen. Umgeben sind sie von einem continuierlichen Mantel von Holzfasern, die wieder ein Siebteil ringförmig umschließt. Das Bündel ist dann wieder von einem dünnen Bastfaserring ganz oder teilweise umschlossen. Diese Fasern haben deutliche, tangentiale Streckung erfahren (cf. Fig. 34). Gegen das umgebende Parenchym schließen sie sich mit einer Scheide ab. Heinricher (21 a) beschreibt bereits bei einer Anzahl von Centaureen das Vorkommen von rindenständigen Bündeln, (concentrische sind dabei nicht erwähnt) und sagt: „Das rindenständige Bündelsystem ist eine Folge der reichlichen Entwicklung von Assimilationsgewebe im Stengel.“ Es sei hinzugefügt, daß die rindenständigen Bündel nur vereinzelt vorkommen und völlig frei in der Rinde liegen, nicht aber an den Bastbelag eines typischen Bündels angelagert sind.

---

## V.

# Die Wurzel.

Für gewöhnlich entwickelt sich die Wurzel des Keimlings zu einer mächtigen, bis 30 cm. langen, runden, graubraunen, innen weißen, spindelförmigen Hauptwurzel, die oben unterhalb des Wurzelkopfes cca. 7 cm und mehr dick wird, nach unten sich gleichmäßig verjüngt. Sie entsendet zahlreiche Seitennerven, jedoch nicht unregelmäßig nach allen Seiten, sondern dieselben entstehen auf zwei Längszeilen, die einander im Verlaufe der ganzen Wurzel gegenüber liegen. Es bleiben somit zwei seitenwurzelfreie Längsstreifen übrig. Die Seitenwurzeln biegen aber dann ab, so daß sie trotz ihrer zweizeiligen Insertion den Raum nach allen Seiten ausnützen. Sie werden bis zu 2 mm dick und oft so lang wie die Hauptwurzel, die Ansatzstellen der obersten befinden sich cca 2 cm unterhalb der Blattbasen. Diese Seitenwurzeln entsenden zarte Abzweigungen, die sich nochmals teilen können. Außer den Seitenwurzeln 1. Ordnung, die sich durch ihre Dicke und Verzweigung leicht unterscheiden, entspringen noch zahlreiche andere, mehr oder minder dünne Würzelchen der Hauptwurzel, immer aber in den erwähnten Längszeilen.

Findet die Hauptwurzel des Keimlings irgend welchen Widerstand beim Wachstum oder wird letzteres z. B. durch Umpflanzen gestört, so stellt sie nicht selten ihr Längenwachstum ein, verdickt sich dafür sehr stark und gibt nun zahlreichen, derben, bis zu 3,5 mm dicken Seitenwurzeln den Ursprung, die in unregelmäßiger Weise oft

an einer Stelle entspringen und mithin das Bild einer starken Faserwurzel geben. Sehr oft beobachtet man dieses Verhalten bei einer gleichzeitigen, starken Entwickelung des Hypocotyls (Fig. 10).

Der primäre Bau der Wurzel ist mit wenigen Worten bereits bei der Keimpflanze beschrieben; bei dem ausgebildeten Wurzelsystem finden wir denselben noch in den letzten Auszweigungen vor. Auf dem Querschnitte sehen wir in der Mitte ein diarches Bündel, das aus einer Reihe von 3 bis 7 Spiralgefäßen besteht, die nach außen an Größe abnehmen. Die beiden Siebstränge sind noch sehr klein; um sie und die Gefäße herum liegt eine wenigzellige Zone von Parenchymzellen. Diese ganze mittlere Partie wird von der Endodermis umgeben, die aus cca 15 bis 25 kleinen viereckigen Zellen besteht, deren Seitenwände Cuticularverdickungen tragen. (Über die Sekretgänge cf. Cap. XI.)

Vier bis fünf Reihen Parenchymzellen mit kleinen Intercellularen bilden das Rindenparenchym, welches von der Epidermis abgeschloßen wird, die zahlreichen Wurzelhaaren den Ursprung gibt (Fig. 41).

Tritt nun Dickenzuwachs ein, so geschieht dies in der Weise, daß die ersten großen Secundärgefäße zu beiden Seiten der kleinsten Primärgefäße angelegt werden, während nach außen, besonders nach dem primären Siebteil zu, neues Phloëm erzeugt wird. Noch in älteren Seitenwurzeln läßt sich daher die Diarchie an der starken Ausbildung der zwei einander gegenüberliegenden Siebteile erkennen (Fig. 5).

In der Hauptwurzel bleiben die zwei Hauptmarkstrahlen deutlich sichtbar, die endogenen Seitenwurzeln treten in derselben Richtung nach außen. In älteren Wurzeln werden die Verhältnisse natürlich undeutlicher. Außer den primären Markstrahlen werden auch secundäre gebildet; neben Tüpfelgefäßen entstehen Prosenchymzellen, die bald

verholzen, und die Bastzone verwandelt sich infolge der Tätigkeit des Cambiums in einen gleichmäßigen Ring, an dessen Außenseite die Sekretgänge an der noch vorhandenen Endodermis liegen (Fig. 38). Auf einige Reihen Parenchym folgt zuäußerst eine verkorkte Randschicht.

Der Holzteil der Hauptwurzel ist stark ausgebildet, seine Elemente sind radial angeordnet und bestehen aus Gefäßen und Holzfasern. (Fig. 6) Die Gefäße sind 120 μ bis 250 μ, durchschnittlich 160 μ lang, 20 bis 30 μ breit und besitzen runde oder elliptische Hoftüpfel. Sie schließen mit einfachen Durchbrechungen derart aneinander, daß von den gelösten Querwänden Doppelringe übrig geblieben sind, die entweder horizontal oder etwas schräg orientiert sind. Die Holzfasern erreichen eine Länge von 200 bis 400 μ, eine Breite von 10 bis 14 μ, sie besitzen 2 bis 3 μ dicke Wände, zugespitzte Enden und strich- oder kreisförmige, einfache Tüpfel. Manchmal sind sie gefächert. Auf dem Querschnitt erscheinen sie rundlich oder polygonal; nach dem Cambium zu können sie zonenweise eine tangentiale Streckung erfahren haben und sehen dann mehr viereckig aus.

Die Hauptmarkstrahlen, die vor den kleinen, primären Gefäßen im Innern der Wurzel ihren Ausgang nehmen, sowie die Nebenmarkstrahlen geben in älteren Wurzeln Holzreactionen; nur eine Partie in der Nähe des Cambiums hat noch Cellulosewände. Radiale Längsschnitte lassen erkennen, daß meist stehende, aber auch liegende Zellen bei einem Strahl vorkommen, daß die Zellen rechteckig und mit zahlreichen Tüpfeln versehen sind, die teils kreisrund, teils unregelmäßig aussehen, teils Übergänge zu Hoftüpfeln bilden. Die Breite der Hauptstrahlen beträgt meist fünf bis sechs Zellreihen, die Höhe ist sehr bedeutend, bis 50 und noch mehr Zellen. (Fig. 40). Nebenstrahlen werden meist nur ein bis vier Zellreihen breit, aber oft eben so hoch als die Hauptstrahlen. (cf Fig. 40). In der Nähe

der Primärgefäße findet sich noch etwas dünnwandiges Parenchym.

Das Cambium besteht aus einer vier bis acht Zellen breiten Zone. Der secundäre Bast enthält Siebröhren, deren Länge ca. 200 μ, deren Breite 12 bis 15 μ beträgt (Fig. 39). Sie sind also etwas größer als im Stengel. Parenchym begleitet sie. Ihre Siebplatten sind einfach, mit kleinen Poren. In ihrer Nähe werden auch Bastfasern gebildet, die entweder einzeln oder in Gruppen beieinander liegen. Sie gleichen den bereits beschrieben Holzfasern in bezug auf Tüpfelung, sind nur etwas stärker lichtbrechend, weniger groß und dafür etwas breiter. Die Markstrahlen werden in der Rinde breiter, bestehen hier aus dünnwandigem Parenchym, und trennen die obengenannten Elemente in einzelne Zellgruppen, die mithin vor den Gefäßstrahlen liegen. Mehrere Reihen tangential gestreckter, dickwandiger Parenchymzellen, die etwas Collenchymcharakter besitzen, leiten hinüber zur gut erhaltenen Endodermis, deren Wände jetzt ganz verkorkt sind. (Über die Sekretgänge cf. Cap. XI.)

Sechs bis acht Reihen regelmäßig gebauter, großer, viereckiger oder quadratischer Zellen, — die Reste der primären Rinde, — folgen auf die Endodermis und zeichnen sich dadurch aus, daß ein Teil von ihnen verkorkt ist. Ihre Cellulosewände, regelmäßig die der äußeren Reihen, haben einen dünnen Korkbelag bekommen, der in Form einer dünnen, gelblichen, körnigen Schicht die Wände innen überzieht. Von einem Korkmeristem ist nicht die Rede. Zu äußerst hängen noch Fetzen verkorkter Zellen, sei es der Epidermis oder des darunter liegenden Gewebes.

VI.

# Die Blüte.

## I. Morphologie.

Die Blütenköpfchen stehen einzeln und endständig, sie sind kürzer als die umhüllenden Blätter. Ihre Grundform ist eiförmig, ihre Länge beträgt 3 bis 4 cm, ihr Durchmesser an der breitesten Stelle ca. 2 cm.

### a. Der Hüllkelch.

Der Hüllkelch besteht aus einer großen Anzahl von Blättern, die einander dachziegelartig decken und in mehreren Reihen liegen. Von außen nach innen nehmen sie an Länge zu. Sie sind gewölbt, außen grün mit hellerem Grunde, innen weiß. Ihr Rand ist trockenhäutig, ihre Oberfläche besonders innen stark glänzend. Während die äußersten, resp. untersten, die eiförmig und mit breiter Fläche angewachsen sind, nur einen einfachen, spinnwebig behaarten Stachel besitzen, sind die oberen Hüllkelchblätter von mehr linealischer Form und laufen in einen großen, scharfen Stachel aus, der fiederförmig zusammengesetzt ist. Am Grunde sind diese Stacheln mit einem Knick versehen und nach außen fast rechtwinklig zurückgebrochen, so daß sie der Blüte ein charakteristisches Aussehen geben, indem sie in ihrer Gesamtheit wie ein großes Spinngewebe oder Gitter dieselbe umgeben. Sie sind

sehr derb, meist rot angelaufen, ebenfalls am Grunde spinnwebig behaart und werden bis zu 2 cm lang. Die Zahl der Fiederstacheln beträgt meist 8 bis 10.

### b. Der Blütenboden.

Der Blütenboden ist beinahe flach, etwas grubig vertieft und außerordentlich dicht mit langen, weichen, seidig glänzenden, weißen Haaren bedeckt, welche die zwischen ihnen liegenden Blüten und später die Früchte dicht umhüllen.

### c. Die Einzelblüten.

Die Randblüten sind so lang wie die zwittrigen Scheibenblüten, denen sie überhaupt auf den ersten Blick gleichen; sie sind jedoch geschlechtslos, ihre gelbe Blumenkrone ist dünn und fadenartig, der Saum der Corolle besitzt nur drei Zipfel, die linealisch sind und spitz verlaufen. Staubgefäße und Griffel sind verkümmert, eine Samenanlage wird nicht ausgebildet, der Pappus fehlt auch. Die Zahl dieser sterilen Randblüten beträgt meist 4 bis 6. Gewöhnlich sind ungeschlechtliche Randblüten stärker entwickelt; hier tritt der seltene Fall ein, daß sie fadenartig werden. Nach Hildebrand's Deutung liegt hier ein Rückschlag vor: „Die ursprünglich stattlichen, ungeschlechtlichen Randblüten sind, indem im Laufe der Zeit die Zwitterblüten an Größe zunahmen und jene überflüssig machten, in ihrer Entwickelung zurückgegangen“. (Engler u. Prantl IV. Teil V. Abt. S. 102).

Die Scheibenblüten sind zahlreich, meist 25 bis 30. Sie blühen in acropetaler Folge. Die gelbe Blumenkrone ist röhrig, oben schwach glockig verbreitert und etwas zygomorph, indem der Saum nicht ganz gleich tief gespalten ist; ferner ist die ganze Glocke meist etwas nach außen

gekrümmt. Die Röhre ist sehr oft bis zu 2 cm lang, der glockig erweiterte Teil 0,8 cm lang. Die 5 Zipfel sind dreieckig, lancettlich und spitz zulaufend.

### d. Die Staubgefäße.

Die 5 Staubgefäße sind intrors und ziemlich am Grunde der glockigen Region an der Corolle befestigt, derart, daß sie mit den Corollenzipfeln alterniren. Die Filamente sind kurz, untereinander frei und mit zahlreichen Fühlhaaren versehen. Die Beutel sind zu einer Röhre verklebt, die etwas verbogen ist. Unten sind dieselben geschwänzt, „oben laufen sie in ein schmales, dreiseitiges, etwas gekrümmtes, stumpfes Horn aus“, auf dessen Innenseite als Fortsetzung der Vertiefung des Connectivs eine Furche bis kurz unter die Spitze verläuft. Die jungen Staubgefäße, Corolle und auch Blütenhüllblätter tragen vieletagige Drüsen, die später oft abfallen (Fig. 65).

### e. Fruchtknoten.

Der Fruchtknoten ist unterständig und einfächerig. Gebildet wird er aus zwei einander median gegenüberstehenden und verwachsenen Fruchtblättern und einer anatropen Samenanlage, die am Grunde inserirt ist. Die Ansatzstelle der Fruchtwand auf dem Receptaculum ist unten seitlich und an der ausgebildeten Frucht deutlich als Nabel zu erkennen. Sie zeigt bereits zur Blütezeit die für die Frucht charakteristischen 20 Rippen. Der Fruchtknoten ist stielrund, ca. 3 mm lang, 1,5 mm dick und fast kahl. Der Griffel ragt in jugendlichem Zustande nicht über die Stamina hinweg. Er stellt in ausgewachsenem Zustande einen weißen, cylindrischen, ca. 2 cm langen, dünnen Gewebskörper dar, dessen oberes gelbes Ende in eine kleine Narbe ausläuft. Die Narbenlappen sind kurz, nur 0,5 mm

lang und laufen ungefähr spatel- oder zungenförmig zu. Unterhalb der Narbe ist der Griffel etwas verdickt; hier stehen in dichtem Kranze die Fegehaare, sonst ist er gleichmäßig fadenförmig und verjüngt sich erst etwas am Grunde, wo ihn ein breiter, nectarieller Diskus umhüllt. Er ist völlig kahl.

### f. Der Pappus.

Der Pappus ist doppelt ausgebildet und besteht aus zehn langen, steifen, weißen Borsten, die ca. 1 cm lang und an der Basis 0,2 mm dick sind. Mit ihnen stehen abwechselnd in einem innern Kreise noch zehn, viertel bis halb solange Pappushaare. Manche Autoren sprechen von einem dreireihigen Pappus und rechnen dann noch ein auf dem Carpellrand befindliches, kleines, zehnzackiges Krönchen dazu.

## II. **Anatomie.**

### a. Hüllkelchblätter.

Auf dem halbmondförmigen Querschnitte durch den unteren Teil eines Hüllkelchblattes läßt sich die verschiedenartige Ausbildung von Ober- und Unterseite erkennen (Fig. 43). Die nach innen zu liegende, entwickelungsgeschichtlich als Oberseite zu bezeichnende Blattfläche besitzt eine Epidermis (Fig. 44), in der Spaltöffnungen fehlen. Auf die Epidermis folgen ein bis zwei Reihen stark verdickter Fasern, an die Schwammparenchym anschließt. Die Mitte nimmt mit zahlreichen Intercellularen durchsetztes Parenchym ein, in welchem auch die kleinen, collateralen Gefäßbündel, meist 5 an der Zahl, liegen. Sie gleichen den Bündeln der Blattnerven und besitzen ebenfalls dorsale Sekretgänge. (cf Fig. 43.) Der Mittelnerv ist am größten. Nach außen zu setzt sich das Grundgewebe in ein der Struktur nach ihm ähnliches fort; es ist jedoch verholzt,

wird dickwandiger und geht allmählich in den Faserbelag der Blattunterseite über, der 3 bis 4 Zellreihen dick, aus lückenlos aneinander schließenden Fasern besteht. Palisadenzellen fehlen ganz. Die Fasern sind nicht immer ganz spitz, sondern mehr abgeschrägt, ihre Länge ist bedeutend, ihre Dicke 10 bis 15 $\mu$; sie besitzen zahlreiche, runde Tüpfel, die im Längsschnitt als cylindrische Kanäle erscheinen. Die Fasern der Blattoberseite besitzen viel weniger Tüpfel. Die Epidermis der Unterseite trägt Spaltöffnungen (Fig. 45), die Schließzellen derselben besitzen innen verdickte Membranen, die mit den dünnen Seitenwänden ein Gelenk bilden. Marmé (34) gibt auch für die Innenfläche der Hüllblätter Spaltöffnungen an, ich konnte sie jedoch nicht finden. Auch insofern zeigt sich eine Verschiedenheit der beiden Epidermen, daß die der Blattunterseite aus kurzen, polygonalen, manchmal gewellten Tafelzellen besteht, während die der Oberseite gerade, sehr lang gestreckt und spitz zulaufend sind. Nach dem trockenhäutigen Blattrande zu schwindet das chlorophyllhaltige Gewebe, die Zahl der Fasern nimmt ab, schließlich verschwinden sie ganz, so daß der Rand nur noch aus den beiden Epidermen besteht. Stärke fehlt vollständig, dagegen ist Inulin in großen Mengen, besonders um die Gefäßbündel herum, vorhanden. Kalciumoxalat findet sich in Octaedern in den Fasern der Blattaußenseite, jedoch nur in der äußersten, direkt unter der Epidermis gelegenen Schicht.

Die verzweigten Stacheln, in die die Hüllkelchblätter endigen, zeigen im wesentlichen das Querschnittsbild derselben, da sie ja auch nur als Gebilde zu betrachten sind, die durch Reduction der oberen Hochblattteile entstanden sind. Es fehlt nur das parenchymatische Gewebe, während die mechanischen Elemente, wie die Sklerenchymfasern und vor allem die verholzten Zellen mit runden bis strichförmigen Tüpfeln stark zugenommen haben. Eigentümlich

für die Stacheln ist das Vorkommen von einzelligen, stark verdickten, spitzen Borsten, deren Membranen verholzt sind; sie liegen auf allen Seiten dem Stachel angedrückt. Daneben finden sich aber noch vielzellige Gliederhaare und Wollhaare vor. (cf. Cap. 3). Die Gefäßbündel reichen bis in den Stachel hinauf und senden in die Fieder Abzweigungen. Inulin kommt vor. An der Grenze zwischen Stachel und Blatt liegt ein dichter Kranz der oben beschriebenen derben Borsten. (Über die Bewegungen der Blütenhüllblätter cf. Cap. X. Die Frucht).

### b. Der Blütenboden.

Der Blütenboden ist kreisrund und sitzt terminal der Hauptaxe auf, die hier im Innern eine Höhlung bildet. Eine Menge Gefäßbündel durchziehen das dichte Parenchym desselben, ebenso zahlreiche Harzgänge. Den Abschluß des Blütenbodens gegen die Axenhöhlung bildet eigenartiges Schwammparenchym (Fig. 47), welches teilweise sklerotisirt und gelb gefärbt ist; davon abgesehen besitzen seine Zellen noch vollständig den Bau und die Anordnung von Schwammparenchymzellen. Es dient dieses Gewebe wohl nur der Festigung, ohne die Durchlüftung zu hindern. Die Zellwände besitzen einfache Tüpfel; es kommen auch kurze Fasern vor. Im oberen Teile finden wir normales, kleinzelliges Parenchym, auf dem die Spreuborsten und Blüten aufsitzen. Die Gefäßbündel ziehen am Achsenrande empor und gehen teils in die hier entspringenden Hüllblätter, teils in die Blüten. Zu erwähnen ist, daß der gesamte Blütenboden reichlich Inulin birgt, ganz besonders auch die Höhlung unterhalb desselben, in der es aus Alcoholmaterial in älteren Blüten oft in großen Klumpen auskristallisirt, so, daß es mit unbewaffnetem Auge zu erkennen ist, und leicht heraus gekratzt werden kann.

### c. Die Blütenbodenhaare.

Die Blütenbodenhaare, auch als Spreublätter oder Spreuborsten bezeichnet, bilden weiße, hohle Zellkörper, die aus zahlreichen, langen, dünnwandigen und spitz endigenden Zellen zusammengesetzt sind. Sie sind oft 2 cm lang. Häufig sind Torsionen an ihnen wahrnehmbar. Nach der Spitze zu nimmt ihr Umfang gleichmäßig ab; dieselbe wird aus mehreren, meist drei, spitz endigenden Zellen gebildet (Fig. 46). Innen sind die Borsten hohl und mit Luft erfüllt; Gefäßbündel fehlen also. Auf dem Querschnitt bilden 20 bis 25 kleine, meist gleichförmige Zellen einen einreihigen Ring, der außen von der gemeinsamen Cuticula umgeben ist (Fig. 49). In der Jugend führen diese Zellen feinkörnigen Inhalt. Ihre Wand besteht aus Cellulose und besitzt einfache, kleine Tüpfel. (Fig. 48). Die Zellen schließen meist schräg mit ihren Querwänden aneinander an. Am Grunde hängen die Haare oft zu mehreren zusammen.

Koch (27) giebt an, daß die basalen und mittleren Partien der Blütenbodenhaare mehr weich, die Spitzen schon borstig seien; ich fand sie stets bis zur Spitze gleichmäßig biegsam und weich, auch die Anatomie bietet keinen Anhaltspunkt für Koch's Behauptung, da weder eine Wandverdickung noch Verholzung an der Spitze eintritt. Ebenso giebt Koch (27) an, es kämen Secundärhaarbildungen vor; ich konnte dieselben nie entdecken, bei Pappushaaren sind sie jedoch häufig und sind letztere vielleicht gemeint. (cf. Fig. 72).

Die Spreublätter haben hier also, wie Warming (54) bereits gezeigt hat, eine eigentümliche Verwandlung erfahren. Sie sind nach ihm zu Borsten reducirt, die in großer Menge vor den Blüten stehen. Eine Zugehörigkeit zu einer Blüte läßt sich absolut nicht mehr erkennen. Ebenso ist eine Regelmäßigkeit oder Felderung des Blütenbodens nach Entfernung der Blüten nicht festzustellen. (cf. Hoffmann [23]).

### d. Die Corolle.

Der untere, röhrige Teil der Corolle zeigt auf dem Querschnitt fünf große Luftlücken, die erst spät entstehen, da sie in jungen Blüten nicht vorkommen. Sie können so groß werden, daß sie in extremen Fällen nach außen und innen nur noch von den Epidermen begrenzt werden. Auf den Brücken zwischen den einzelnen Lücken liegen je zwei Gefäßbündel voreinander (cf. Fig. 50, 51, 53). Es sind Commissuralnerven, da sie in der Verwachsungslinie der Petala verlaufen. Das äußere, größere Gefäßbündel geht jedesmal direkt unter die Stelle der Corolle, wo sie sich in Zipfel teilt. Jeder Strang gabelt sich hier und entsendet in die zugehörigen zwei Zipfel einen Ast, der ziemlich am Rande entlang verläuft und sich unter der Spitze mit dem andern Ast desselben Zipfels vereinigt, mit ihm noch einen kleinen Fortsatz unmittelbar unter der Spitze bildend. Der innere, kleinere Strang läuft in die Filamente; auf einem Querschnitte durch den oberen Teil der Röhre, d. h. oberhalb der Ansatzstelle der Filamente, sind also nur noch fünf Bündel zu sehen (Fig. 52), während Querschnitte durch die freien Zipfel wieder je 2, also im ganzen 10 Bündel erkennen lassen, die jedoch an den Rändern liegen.

Bis in die Zipfel sind die Gefäßbündel von Sekretgängen begleitet. Die Epidermis der Außenseite gleicht der der Innenseite und besteht aus mäßig langen, schmalen Zellen, die meist rechtwinklig, seltener spitz mit ihren Querwänden aneinander stoßen; an ihren Längswänden ist die Membran, besonders auf der Innenseite, oft gewellt. Diese Epidermalzellen zeigen des öftern an ihren Horizontalwänden verdickte Ecken resp. Ringe (cf. Fig. 54, 55). An der Spitze der Zipfel und an ihrem Seitenrande finden sich Papillen, auf der Außenseite des unteren Teils der Corollenröhre auch wenige Spaltöffnungen. Die Brücken bestehen aus normalem Parenchym, die Luftlücken sind öfters mit

Membranteilen zerdrückter Zellen ausgekleidet. Die Farbe der Blüte wird durch winzige, gelbe Chromatophoren hervorgerufen, die dem Parenchym und der Epidermis eingelagert sind. Reichlich ist Inulin vorhanden, das hier, wie überall, wo es vorkommt, aus Weingeistmaterial in großen Sphaerokristallen auskristallisirt, oft in kreisrunden Klumpen, die durch viele Zellen hindurch, ohne Rücksicht auf die Membranen, kristallinisches Gefüge zeigen.

### e. Die Staubgefäße.

Die Staubfäden bilden weiße, cylindrische Gewebskörper, die nach dem Connectiv zu etwas abgeflacht sind; ihre Nerven laufen, wie bereits erwähnt, von der Insertionsstelle abwärts vor denen der Corolle in derselben Radialebene.

Auf dem Querschnitt durch das Filament fallen außen die gleichmäßigen Epidermiszellen mit ziemlich dicken Membranen auf, anschließend findet sich dickwandiges, plasmareiches Parenchym mit vielen Intercellularen und im Centrum einige kleine Spiralgefäße. Auf den genauern Bau der Haare und des Parenchyms, sowie deren Funktionen werde ich in Cap. VIII. zurückkommen (Fig. 56, 57, 58, 59).

Dort wo die Anthere ins Connectiv übergeht, liegt eine circumscripte Partie von Zellen, die isodiametrisch oder länglich und durch Verholzung von Epidermalzellen entstanden sind. Sie bilden einen Belag auf der der Corolle zugekehrten Antherenseite, von den anliegenden, längeren Epidermiszellen durch ihre dicke, verholzte, gelbliche Membran nnd ihre Form leicht unterscheidbar. Schon äußerlich ist diese Stelle an einer Verjüngung und Verflachung der Filamente zu erkennen (cf. Cap. VIII. Fig. 56. 60). Die unter der verholzten Epidermisstelle liegenden Parenchymzellen sind wieder normal dünnwandig.

Die Antheren sind pfeilförmige Gebilde; in der Mitte das spitz zulaufende Connectiv, zu beiden Seiten die Thecae,

die sich am Grunde in ziemlich lange Schwänze fortsetzen. Je eine Anthere trägt also zwei solcher Schwänze, die alle unter sich frei sind. Sie bestehen aus lockerem, trockenhäutigem Gewebe, das keinen Pollen mehr birgt und aus dünnwandigem Parenchym besteht, in das einige verholzte Elemente hineingehen. Im untersten Teile sind nur noch die beiden Epidermen vorhanden. Die Hörnchen schließen dicht aneinander an und verlängern die Antherenröhre infolgedessen bedeutend. In Engler und Prantl (23 p. 105) findet sich eine Bemerkung, nach der die Hörnchen nicht verwachsen seien, wozu ich bemerken muß, daß die Hörnchen durch eine äußerst dicke Cuticularschicht miteinander verbunden sind (s. w. u.). Ebenso läßt sich das den Staubfaden durchziehende Gefäßbündel noch im unteren Teil des Horns nachweisen im Gegensatz zu einer Angabe an derselben Stelle (23), nach der es im allgemeinen bei Compositenstaubgefäßen im Connectiv endigen soll. Auf einem Querschnitt durch das Horn sehen wir die äußere Epidermis unverholzt, direkt unter derselben finden wir zwei bis vier Reihen kleiner, lückenlos aneinander schließender Fasern, sodann etwas Parenchym, in dessen Mitte das kleine Gefäßbündelchen eingebettet ist. Die Innenepidermis ist glatt und unbehaart, ihre Zellen flach. Die Außenwand derselben ist stark verholzt, wohl um einer Gewebszerreißung bei der Reizbewegung vorzubeugen. Die Innen- und Seitenwände sind dünn und unverholzt. Die schon erwähnte Längsfurche sieht man als eine Vertiefung der Mitte des Horns; die Epidermis ist hier nicht verholzt. (Fig. 62) Die Außenseite des Horns trägt einige wenige, zweizellige Haare derselben Art, wie sie beim Pappus vorkommen, und dort beschrieben werden. Die Fasern zeigen auf dem Längsschnitt normalen Bau mit einfachen, runden, kleinen Tüpfeln. Die Hornspitze wird fast ganz aus Fasern gebildet.

Die Antheren zeigen auf dem Querschnitt folgendes Bild: Unter der Epidermis setzt im Connectiv eine zwei-

bis dreireihige, dickwandige Faserschicht an, die halbmondförmig nur den Rücken desselben umfaßt; nach innen zu liegt in der Mitte des Parenchymgewebes das Gefäßbündelchen, das hier noch drei bis sechs Tracheiden besitzt. Die Thecae sind zweifächerig, springen ihrer ganzen Länge nach auf und besitzen eine zweischichtige Wand; die äußere Schicht trägt normalen Epidermalcharakter, die innere dagegen, die „fibröse Schicht", trägt die charakteristischen Leistenverdickungen. Letztere bieten auf dem Querschnitt das Bild von T-Trägern dar, indem sie an den Zellwänden mit verbreiterten Enden aufsitzen. Die fibröse Schicht setzt direkt an die Fasergruppe des Connectivs an. (Fig. 61). Die Ablösungstellen an demselben besitzen dünne Membranen, die an aufgesprungenen Antheren einen Belag von zerrissenen Zellwänden bilden. Was die Verwachsung der Antheren untereinander anbelangt, so fand ich die Angaben Tschirschs (cf. Flora 1904. Bd. 93, Heft 1) bestätigt, indem sie sich nur auf die Cuticula erstreckt. Nur bei der Verwachsung der Hörner traten mir Zweifel auf, ob es reine Cuticula sei, welche die Verwachsung bedingt; denn erstens ist das „Ligament" sehr breit (Fig. 62) — und sind doch so dicke Cuticularbeläge sehr selten —, zweitens stimmt es auch in Bezug auf die Farbe nicht mit der anschließenden Cuticula überein, indem die Cuticularpartie des Ligaments gelbe Farbe besitzt, die sich nur noch in den Cuticularbelägen der anliegenden Epidermiszellen, besonders der Innenseite, ebenfalls noch erkennenläßt. Ich versuchte daher alle bekannteren Reagentien auf Cuticularsubstanz, suchte das dicke, gelbe Ligament, das ja eine gummöse oder wachsartige Substanz hätte sein können, auf die verschiedensten Weisen zu lösen, jedoch ohne Erfolg zu erzielen, und konnte nur den Cuticularcharakter der ganzen Schicht nachweisen.

### f. Der Pollen.

Der Pollen gleicht ganz dem anderer Compositen. Er bildet gelbe, runde oder schwach eiförmige Körner von ca. 35 bis 45 μ Durchmesser. Die Exine ist nur mit schwachen, wenig hervortretenden Wärzchen versehen, die nicht regelmäßig angeordnet sind. Sie besitzt drei Austrittsstellen für den Pollenschlauch in Form kreisrunder Löcher, durch die die Intine als kleine, farblose Blase etwas über die Oberfläche heraustritt. (Fig. 64) Diese Austrittstellen liegen in einer äquatorialen Ebene. Die Intine ist in jungen Pollenkörnern relativ dick, tritt aber dann noch nicht blasenförmig in die Austrittsstellen hervor; dies geschieht erst bei völliger Reife, wobei sie auch dünner erscheint. Der Inhalt reifer Pollenkörner besteht aus trübem, gelblichem Plasma, in dem Differenzirungen nicht zu erkennen sind und das in die Ausstülpungen der Intine mit eintritt. Jüngerer Pollen zeigt deutlich die bekannten zwei membranlosen Zellen. Conc. Schwefelsäure färbt die Membranen des Korns vorübergehend kirschrot.

### g. Das Gynaeceum.

Über das Gynaeceum der Blüte liegen keine speciellen Arbeiten vor, doch ist C. Gerdts (15) bei der Beschreibung der Entwickelung der Fruchtwand auch auf die Jugendstadien mit einigen wenigen Worten eingegangen. Die Verhältnisse sind im großen und ganzen analog denen anderer Compositen, deren Embryologie wiederholt untersucht wurde. Die Außenepidermis der zwei verwachsenen Carpelle besteht aus gleichmäßig gebauten Zellen; einzelne derselben sind, besonders in der oberen Partie der Carpellwand, zu kleinen Haaren ausgestülpt (Fig. 72), die zweizellig sind und denen des Pappus gleichen.

Die Carpellwand besteht in der Hauptsache aus parenchymatischem Gewebe, das nach der Außenepidermis zu aus dicht aneinander liegenden Zellen besteht; sie bilden auf

dem Querschnitte eine Zone, welche an den Fugen ca. 6, an den Rippen ca. 16 Zellen breit ist. Nach innen zu wird das Parenchym großmaschiger, es bekommt direkt den Charakter von Schwammparenchym, in welchem sich große Intercellularen befinden. Fast alle diese mehr langen als breiten Zellen sind von Kristallen erfüllt, die aus Kalciumoxalat bestehen und dem monosymmetrischen System angehören. Zu innerst begrenzt eine Innenepidermis die Carpellwand. (Fig. 73) Sie ist aus kleinen, auf dem Querschnitt quadratischen Zellen gebildet, denen die Cuticula aufliegt. In den Rippen liegen die kleinen Gefäßbündel ziemlich am äußeren Rande. An zwei Stellen der Innenseite der Carpellwand verlaufen, einander gegenüberliegend, die Stränge der Tela conductrix, des Gewebes, in dem die Pollenschläuche verlaufen. Es zieht sich bis zur Mikropyle hinunter (Fig. 69, 70).

Das Ovulum nimmt fast die ganze Fruchtknotenhöhle ein. Sein Integument — es ist bekanntlich nur eins vorhanden — ist sehr stark entwickelt, sodaß für den Nucellus nur wenig Platz übrig bleibt. Die äußere Epidermis des Integuments ist an die Fruchtwand angedrückt, von einer Verwachsung ist jedoch nichts zu bemerken. Sie besteht aus inhaltsreichen, auf dem Längsschnitt rechteckigen Zellen, nur nach der Mikropyle hin haben sie jetzt schon eine radiale Streckung erfahren. Das Gefäßbündel, das durch den kurzen Funiculus am Grunde der Samenanlage eintritt, läuft durch die nicht weiter ausgebildete Raphe hindurch bis zur Chalaza und weiter bis zur Mikropyle hin auf der entgegengesetzten Seite, stets dicht unter der Epidermis des Integuments und kreuzweise mit den Streifen der Tela conductrix (Fig. 70). Das zwischen den Epidermen liegende Gewebe des Integuments besteht aus inhaltsreichen, parenchymatischen, isodiametrischen Zellen, die nach innen zu sich strecken und in ein Gewebe übergehen, das in Auflösung begriffen ist. Nach der Mitte zu wird dann das

Integument von einer besonderen Innenepidermis begrenzt, die aus großen, regelmäßigen, inhaltsreichen Zellen besteht, die die Mikropyle mit umfassen und in ihrer Gesamtheit einen großen, flaschenförmigen Sack bilden. In ihm liegt der Embryosack eingebettet, welch letzterer vor der Befruchtung noch von einem wenigzelligen Nucellus umgeben ist (Fig. 73). Diese innere Epidermis, deren Zellen eine kleine radiale Streckung erfahren haben, ist mit einer Cuticula versehen. An der Mikropyle sind es durchschnittlich 10, am verbreiterten Teile des Sacks ca. 40 bis 60 Zellen, die auf dem Querschnitt erscheinen, jedoch nur zur Zeit der Befruchtungsreife; später sind es mehr (Fig. 69, 70). An der der Mikropyle gegenüberliegenden Stelle dieses Sackes, den ich „Endothel" nennen will, sind seine Zellen dünnwandig, auch konnte ich dort keinen Cuticularbelag nachweisen. Auf diese Stelle sieht man eine größere Anzahl von inhaltsreichen Zellen zustreben, die ich als „Haustorium" bezeichne und auf die ich bei der Entwickelung der Frucht, ebenso wie auf die Endothelschicht nochmals zurückkomme. Im Inneren des Endothelsackes sollte der Nucellus liegen, welcher jedoch häufig bei den Compositen, soweit deren Entwickelung untersucht ist, frühzeitig, schon vor der Befruchtung zu Grunde geht, wie schon Hegelmaier (20) angibt: „Nur in ganz jungen Stadien erhielt ich denselben als wenigzelliges Gebilde; es scheint, als wenn zur Befruchtungsreife der Embryosack, dessen Zellen dünn und durchsichtig sind, in der flüssigen Nucellarmasse herumschwämme." Im Embryosack findet man die Eizelle mit den zwei Synergiden direkt unter der Mikropyle, sodann den großen, sekundären Embryosackkern und am unteren Ende, dort wo sich das Haustorium befindet, die drei Antipoden. (cf. auch Cap. IX.)

Auf dem kreisrunden Querschnitt durch den Griffel sehen wir zu äußerst die ziemlich derbe Epidermis als vierseitige Zellen (Fig. 67), unter ihr ein normales Parenchym mit kleinen Intercellularen. Die Mitte nimmt ein

Gewebe dickwandiger Zellen, die Tela conductrix, ein, die auf zwei Seiten von kleinen Gefäßbündeln flankirt wird. Letzteren liegt nach außen zu je ein Sekretgang an. Die Zellen der Tela conductrix besitzen dicke Membranen aus reiner Cellulose und enge Lumina, sodaß, da Mittellamellen nicht zu erkennen sind, das Ganze wie eine ovale Celluloseplatte erscheint, die siebartig durchlöchert ist. Die beiden Gefäßbündel, die stets getrennt verlaufen und bis in die Narbenlappen gehen, besitzen einige (4 bis 8) Tracheiden mit spiraligen Verdickungen.

Die Narbe ist, wie schon erwähnt, am untern Teil mit einem dichten Kranze von langen, senkrecht abstehenden Fegehaaren umgeben. Dieselben sind einzellig, bis zu 100 μ lang, 12 μ breit und ihrer Funktion entsprechend steif und dickwandig (cf. Fig. 66). Sie kommen, wenn auch viel kleiner, an der Außenseite der Narbenlappen, dieselben völlig bedeckend, ebenfalls vor. Die Innenseite der Narbe, die eigentliche Narbenfläche, ist nicht direkt papillös und warzig, sondern an die Stelle der Papillen tritt eine Schicht von palisadenartig verlängerten Epidermiszellen, deren nach außen zu gerichtete Wand etwas ausgetrieben ist und so die Warzen ersetzt. (Fig. 68.) Die Narbenlappen sind nur in ihrem oberen Teile ganz frei, im unteren sind sie längs ihrer mittleren Partie verwachsen, „sodaß der Griffel in 2 seitlichen, geraden Längslinien auseinander klafft“ (Hoffmann [23]). Hier verbreitert sich der unten cylindrische Strang des Führgewebes, teilt sich und schließt als breiter Streifen unmittelbar an die inneren palisadenartigen Zellen der Narbenfläche an. (Fig. 68)

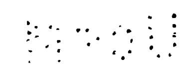
Den basalen Teil des Griffels umgibt ein Diskus, der sich als Wulst ohne Ausgliederung in Ringform zwischen Corolle und Griffelbasis erstreckt. Er besteht aus parenchymatischem, kleinzelligem Gewebe, das inhaltsreich ist und Intercellularen führt. Am oberen Teil des Diskus befinden sich in unregelmäßiger Weise eigentümliche Spalt-

öffnungen, denen Nebenzellen fehlen. Die Schließzellen sind über die Oberfläche emporgehoben und bilden zwei wurstförmige Zellen, die mit dem darunterliegenden Gewebe nur lose auf der Unterseite verbunden sind. Die Breite des ganzen Schließapparates beträgt 30 μ, die Länge 42 μ. (Fig. 63). Die Atemhöhle ist relativ groß. Die zwei Gefäßbündel des Griffels verlassen unter dem Nectarium in horizontaler Richtung denselben, um sich an die Gefäßbündel anzusetzen, die die Carpellwand durchziehen.

## h. Der Pappus.

Die Pappushaare oder besser Pappuskörper stehen in zwei Kreisen zu je 10 Gliedern, wobei diejenigen eines Kreises an der Basis verwachsen sind. Unter dem Mikroskop zeigt sich die Epidermis eines äußeren Pappusgliedes aus langen, schmalen, spitz endigenden Zellen zusammengesetzt, die noch Inhalt führen. Spaltöffnungen fehlen. An der unteren Partie kommen meistens einige vieletagige Drüsen vor, sowie dünne, kleine Haare, die fast rechtwinklig abstehen. Auf dem Querschnitt durch den unteren Teil des Pappus sehen wir außen die stark verdickte Epidermis deren Zellen radiale Streckung erfahren haben. (Fig. 72). Treffen wir gerade ein Haar, so zeigt sich, daß eine kleine Epidermalzelle sich vorgewölbt hat und an der so entstandenen Blase als Fußzelle eine kleine Zelle trägt; das ganze Haar ist also zweizellig. Mehr oder weniger stark verdickte, mit einfachen Tüpfeln versehene, spitz endigende Zellen, die im Alter Holzreaction geben, umhüllen den centralen Teil; er wird aus einigen, sehr kleinen, parenchymatischen Elementen gebildet, die ein bis drei Tracheiden mit ringförmigen Verdickungen umgeben.

Im oberen Teile verschwinden die zweizelligen Haare und an ihre Stelle treten derbe, dickwandige, anliegende, verholzte Borsten, welche schließlich zu sechs oder acht



die Spitze bilden. Auf dem Querschnitt sehen wir sie als einzellige Gebilde, die aus Epidermiszellen entstanden sind. Von ihrer Basis ab folgen sie, mit den Epidermiszellen verwachsen, deren Richtung, um mit ihrer Spitze nach außen abzubiegen. (Fig. 71) Im letzten Drittel des Pappushaares endigen die Tracheïden. Die ganze Mitte des Gewebes wird dann noch von dickwandigen verholzten Zellen eingenommen.

Die Glieder des innersten Pappuskreises ähneln den eben beschriebenen in anatomischer und morphologischer Hinsicht sehr; die Drüsen mit vielen, bis zu 16 Etagen kommen zahlreich bis zur Spitze vor. (Fig. 65). Einzellige Borsten sind selten, dagegen sind die bereits genannten zweizelligen Haare öfters zu finden. Tracheale Elemente sind im oberen Teile nicht vorhanden, im unteren waren sie wegen der Kleinheit der Objekte mit Sicherheit nicht nachzuweisen. Eichler (12) schreibt hierzu: „Wirkliche Gefäßbündel treten nicht in dieselben ein, doch wird zuweilen in der Mitte jeder Schuppe ein Strang lang gestreckter, enger Zellen beobachtet, den man wohl als Andeutung eines Gefäßbündels (eines Leitbündels) ansehen kann.“ Der alleräußerste Kreis ist nur schwach ausgebildet und besteht aus einem Kranze, welcher 10 kleine Kerben besitzt. Er setzt sich aus verholzten Zellen zusammen; die Zellen der nach innen, resp. oben liegenden Epidermis sind radial gestreckt. Einzelne Zellen der Außenepidermis sind zu kleinen, zweizelligen Haaren ausgestülpt, wie sie oben beschrieben sind. Manche Autoren betrachten diesen äußersten Kreis als wirklich zum Pappus gehörig und benützen ihn als systematisches Merkmal. Es sei jedoch darauf hingewiesen, daß er nur durch Emporhebung des Carpellrandes erst spät entsteht und infolge dessen auch am festesten aufsitzt. Erwähnt sei noch, daß stets ein Multiplum von 5, hier also 10 Glieder, je einem Kreise angehören.

## VII.

# Die Entwicklung der Blüte.

Die Entwicklungsgeschichte der Compositenblüte hat bereits zahlreiche Bearbeiter gefunden, wie Payer (39), Köhne (28), Warming (54) u. a. m. In Folgendem will ich in Kürze die Entwicklungsverhältnisse für *Cnicus benedictus* zu schildern versuchen. Dabei kann ich in manchem der trefflichen Köhne'schen Arbeit folgen.

Nachdem die Blättchen des Hüllkelchs sämmtlich angelegt und ziemlich weit ausgebildet sind, erheben sich auf dem bis dahin ganz glatten Blütenboden (Fig. 76) in acropetaler Folge kleine Blütenprimordien, die anfangs einfache, runde, halbkugelige Höcker bilden, dann durch Verbreiterung der Spitze zu umgekehrten Kegeln werden. (Fig. 75, 77). Der Scheitel ist anfangs schwach gewölbt, erfährt aber bald eine Vertiefung, sodaß das ganze Gebilde becher- bis schüsselförmig wird. Es beginnt jetzt die Anlage der Corolle, indem sich fünf kleine Höcker auf dem Becherrande emporheben, die als die späteren fünf Blumenblattzipfel zu betrachten sind. (Fig. 77) Dieselben liegen in einem Kreise, wachsen rasch und biegen sich oben nach innen zusammen. Schon vorher entstehen aber auch die fünf Staubgefäße, die mit den Corollenzipfeln alternirend angelegt werden, als Protuberanzen am Innenrande des Corollenwulstes wohl noch auf der Achse. (Fig. 78). Später wächst dann der untere, röhrenförmige Teil der Corolle intercalar, sodaß die Insertionsstelle der Staubgefäße auf die Corollenröhre gehoben wird. (cf. Warming, (54)). Ist das Androeceum angelegt, so bildet sich als Ringwulst der Pappus in gleicher Höhe wie die Achsengrube als Gebilde der Achse. (Fig. 78). Er entsteht also schon früh, aber

erst nach Anlage aller übrigen Blütenteile, wenn die ganze Achse sich becherförmig gehoben hat, bildet er sich weiter aus. Sind Corolle, Stamina und Pappus angelegt, so vertieft sich die Achsengrube noch etwas und es entspringen median vorn und hinten die zwei Fruchtblätter, nicht dem Rande der Vertiefung, sondern ihren Wänden, fast am Grunde. (Fig. 79). Diese Wülste wachsen sehr rasch und verlängern sich zuerst zu isoliert stehenden, kegelförmigen, meristematischen Körpern, die sich dann zusammenneigen und in der Mitte verwachsen. Unten verbreitern sie sich und vereinigen sich mit ihren Rändern, auf diese Weise die Fruchtknotenhöhlung bildend; oben bleiben sie frei und stellen die jugendlichen Narbenlappen dar. (Fig. 80). Das vordere Fruchtblatt fand ich ebenfalls, wie Köhne (28), meist länger, es scheint also früher zu entstehen; auch die Form der Ovularhöhle deutet darauf hin, indem dieselbe bei Medianschnitten die Form eines ungleichschenkligen Dreiecks besitzt; der Grund der Fruchtknotenhöhle steigt etwas schräg gegen das hintere Fruchtblatt an, mit ihm einen stumpfen Winkel bildend. (Fig. 80). Später verschwindet diese Unregelmäßigkeit bald.

Während die eben beschriebenen Blütenteile weiterwachsen, geht aus dem Grunde der Fruchtknotenhöhle das Ovulum anfangs als kleine Halbkugel hervor (Fig. 80), und zwar nicht in der Mitte, sondern vor dem vorderen Fruchtblatt, also in dem unteren spitzen Winkel des vorhin erwähnten Dreiecks. Die Weiterentwicklung ist im Capitel IX. genauer besprochen.

Zur selben Zeit, d. h. während der Bildung des Ovulums tritt auch der Diskus, also erst relativ spät, auf. Er entsteht durch Ausdehnung und Teilung der basalen Griffelzellen, die auf diese Weise den Wulst erzeugen. (Fig. 81). Er ist also eine Bildung des Griffels, kein Erzeugnis der Achse, wie Buchenau (8) angiebt. Letzteres könnte man annehmen, wenn man den ausgebildeten Diskus betrachtet;

dieser hat nämlich seinen zuerst seitlichen Rand nach oben gedreht, so daß es aussieht, als stände das ganze Gebilde auf dem gemeinschaftlichen Boden, der Stamina und Griffel trägt.

Inzwischen hat sich die Corolle weiter entwickelt, die Epidermiszellen der Corollenzipfel haben sich zu Papillen ausgestülpt, die ineinander greifen und so ein Schutzdach über dem jungen Androeceum bilden. Letzteres wächst dergestalt weiter, daß zuerst nur die Beutel ausgebildet werden, dann erst die Filamente sich abgliedern. Die Antheren bleiben, solange sie nicht völlig ausgebildet sind, isoliert; erst später tritt eine Verbindung aller fünf Thecae ein, die mit dem Auftreten des Cuticula zusammenfällt; nur durch diese sind sie später vereinigt.

Der Pappuswulst gliedert zehn Borsten ab; ganz spät, nach Anlage der Pollenfächer tritt der innerste, zweite Pappuskranz hervor, dessen zehn Borsten mit den äußeren alterniren. Er entsteht ebenfalls als Wulst in der ringförmigen Spalte zwischen äußerem Pappus und Corolle. Warming (54) denkt sich die Bildung des Pappus in der Weise, daß die Teilung der Kelchzipfel soweit vorgeschritten ist, daß die Teile als völlig selbständige Borsten nebeneinander stehen. Der dritte, äußerste Pappuskreis ist, wie schon erwähnt, nur eine Emporhebung und Ausgliederung des Carpellrandes und kommt ungefähr gleichzeitig mit dem Diskus zum Vorschein.

Dort, wo die Narbenlappen sich teilen, tritt zuletzt noch durch bloße Zellteilung ein Knoten auf, aus dem die Fegehaare entstehen. Zum Schlusse seien noch die Spreublätter oder Blütenbodenhaare erwähnt, die schon recht früh hervortreten als kleine Höckerchen auf dem bis dahin zwischen den Blüten völlig ebenen Receptaculum. Sie wachsen intercalar weiter. Warming (54) berichtet eingehend darüber: nach ihm sind sie als stark zerteilte Bracteen zu betrachten; sie entbehren jedoch jeden Zusammenhangs mit den Blütenknospen und entstehen selbständig zerstreut auf dem Blütenboden. (Fig. 81)

## VIII.

# Bestäubung und Reizbewegung.

Mit einigen Worten möchte ich auf die bekannte Art und Weise der Cynareenbestäubung eingehen, deren physiologisch-anatomische Seite ich kurz schildern werde. Die Staubfäden besitzen eine eigentümliche Reizbarkeit, die sich darin kund gibt, daß auf einen äußeren Anstoß hin, z. B. durch Berührurg durch einen Insektenrüssel, die freien Filamente sich verkürzen, indem sie, anfangs nach außen gewölbt, eine Contraction und Geradestreckung erfahren. Dadurch reiben sich die Antheren an dem feststehenden Griffel herunter, der Pollen wird vermöge der Narben- und Fegehaare herausgebürstet und auf das Insekt gebracht. Die Bewegung ist rückläufig und kann durch erneuten Reiz des öftern ausgeführt werden. Die Narbe ist zu dieser Zeit geschlossen, um einer Selbstbestäubung vorzubeugen. Die Blüte ist also bis jetzt ihrer Funktion nach männlich. Nachdem aller Pollen entfernt ist, tritt sie erst in ihren weiblichen Zustand, indem sie ihre Narbenlappen entfaltet. Die Reizbewegung der Cynareenfilamente ist schon öfters untersucht worden, u. a. von W. Pfeffer (40). Zusammenfaßend berichtet darüber Haberlandt in: „Sinnesorgane im Pflanzenreich“ (19) und in seiner „Physiologischen Pflanzenanatomie“ (18), sowie L. Jost (25).

Man schreibt den Haaren der Filamente die Rolle von reizleitenden Organen zu. Sie sitzen an allen Seiten des Filaments und zwar am dichtesten nach der Mitte zu. Sie sind zweizellig, d. h. zwei langgestreckte, aneinanderliegende

Zellen bilden ein Haar, das in der Weise entstanden ist, daß zwei benachbarte Epidermiszellen längs ihrer kurzen, horizontalen, gemeinsamen Wand sich emporwölbten; die Scheidewand wächst mit, daher kommt es auch, daß sie stets in die Horizontalebene fällt und nur auf Längsschnitten deutlich sichtbar ist. (Fig. 57, 58, 59). Das Haar besitzt normalen Cuticularbelag, eine dicke Außenwand, die manchmal kleinere Ausbuckelungen zeigen kann, während die Zwischenwand stets dünn ist, aber Tüpfel trägt. Eine gelenkartige Einschnürung der Außenmembran am Fusse des Haares, wie sie bei anderen Cynareen vorkommt, ist nicht vorhanden, dagegen ist die Außenmembran dünner als die der Epidermiszellen. Zwischen Cuticula und eigentlicher Zellmembran, die dünn und stark lichtbrechend ist, findet sich eine ziemlich dicke Schicht quellbarer Substanz, die keine Cellulosereaction gibt, mit Jod sich schwach gelb, mit Rutheniumrot intensiv rot färbt, von Schwefelsäure und Chromsäure leicht gelöst wird. Conc. Salzsäure vermag sie um das vier- bis fünffache ihrer ursprünglichen Dicke aufzuquellen. Cyanin bewirkt eine Differenzirung, indem es die mittlere Partie der Membran dunkler färbt. Am besten eignen sich Mikrotomschnitte zur Untersuchung. (cf. Fig. 57a) Mit Chlorzinkjod sieht man deutlich die dünne Cuticula als braunen Ring zu äußerst, dann in der Mitte die farblose bis schwach gelbe, quellbare Partie und zu innerst die blaue Cellulosehaut. Diese letztere zeigt bei nicht frischem Material, ebenso wie diejenige der direkt mit den Fühlhaaren in Verbindung stehenden Bewegungszellen, feine Querfältelungen, die durch Turgorverminderung entstanden sein könnten. (cf. Haberlandt [19]). Bisher wurde meines Wissens die oben beschriebene mittlere Lamelle nicht erwähnt.

Die Bewegungszellen sind parenchymatischer Natur, ziemlich dickwandig, und besitzen dieselbe Wandstruktur wie die der Haare, die eben nur zum Zwecke der Reiz-

aufnahme umgeformt erscheinen. Ihre Membranen tragen zahlreiche, einfache Streifentüpfel. Intercellularen sind häufig. (Fig. 57b) (Vergl. auch Haberlandt: „Physiolog. Pflanzenanatomie 1904 S. 496 ff (18)).

Die Haare werden regelmäßig von Fühlpapillen begleitet, die sich von ihnen eigentlich nur durch geringere Größe unterscheiden. Diese Papillen (Fig. 57b) sind kürzer, ragen nicht soweit über die Oberfläche hervor und dienen gleichfalls als Perceptionsorgane. Zwischen beiden Formen kommen zahlreiche Übergänge vor, so daß man die Papillen als Jugendzustände der Haare betrachten kann.

Die Bewegung tritt nun ein, speziell bei unserer Pflanze, einmal durch die Berührung der Papillen oder Haare direkt durch den Insektenrüssel, oder künstlich mit irgend einem Gegenstand, z. B. einer Nadel, andrerseits aber schon durch ein Anstoßen der Antherenhörnchen, die ja in ihrer Gesamtheit eine Kuppel über dem Griffel bilden und das erste Mal dem Insektenrüssel sicher viel Widerstand bieten. Durch den Anstoß werden die Filamente eine Kleinigkeit verbogen, infolgedessen berühren sie die Corollenwand, wodurch der Reiz dann durch die Haare percipirt und auf die Bewegungszellen übertragen wird.

„Die Reizung eines einzelnen Filamentes hat allein dessen Verkürzung zur Folge, und hieraus ergibt sich leicht, wie der Griffel und ebenso die anderen Staubfäden sich concav nach der Seite der gespannten Sehne biegen müssen. In unverletzten Blütchen wird auf diese Weise auch eine entsprechende Einkrümmung hervorgerufen, wodurch die anderen Staubfäden, sei es gleichzeitig oder nacheinander, an die Corolle stossen und auf diese Weise gereizt werden. Kommen nun die gegenüberliegenden Staubfäden zur Contraction, so wird jetzt die Bewegung eine nach entgegengesetzter Richtung wie zuvor zielende sein; die Bewegung der Blütchen kann aber auch eine kreisende werden, wenn die successive Reizung der anderen Staubfäden in kreis-

förmiger Richtung fortschreitet„ (cf. Pfeffer [40]). Die Bewegung selbst geschieht nach Pfeffer durch plötzliche Turgoränderungen; in den anfangs stark turgescenten Bewegungszellen der Filamente läßt der Druck plötzlich nach und das Wasser wird sich in die vorhandenen Intercellularen ergießen müssen. Dadurch werden die vorher elastisch gedehnten Membranen sich aber contrahiren und das Filament wird sich verkürzen. Die bereits erwähnte, stark verholzte Gewebeplatte (cf. Cap. VI) an der Übergangsstelle des Filaments ins Connectiv dürfte wohl als eine Art Gelenk aufzufassen sein, gleichzeitig aber auch als Festigungsmittel gegen den bei der Bewegung auf das Connectiv ausgeübten starken Zug. Auf diese Weise wird es verhindert, daß die Verbiegung der Filamente sich auf den unteren, noch freien Antherenteil miterstreckt, aber auch einer Gewebszerreissung des oberen Filamentendes vorgebeugt.

---

IX.

# Die Entwicklung der Frucht.

Nicht nur die Entwicklung der Frucht von der Befruchtungsreife ab, sondern auch die vorhergehenden Entwicklungsstadien des Ovulums seien an dieser Stelle einer kurzen Besprechung unterzogen (cf. Cap. VII). Es existiren über diese Punkte Arbeiten u. a. von Hegelmaier (20), Goldfluß (16), Schwere (46), Loose (32), Heineck (21), von Portheim (42) und englischen Autoren. Speciell über *Cnicus benedictus* finden sich kurze Angaben von Heineck und ausführliche von C. Gerdts (15), beide aber nur über die älteren Entwicklungsstadien. Für die jüngeren sei wieder auf die allgemeinen Angaben von Köhne (28) hingewiesen.

Das Ovulum wird gebildet durch Anschwellen der seitlichen, basalen Partie der Fruchtknotenhöhle (Fig. 82). (Näheres cf. Cap. VII.) Der so entstandene Höcker wächst zn einem cylindrischen Körper aus, der sich in den Hohlraum hineinwölbt und zwar in der Medianebene von dem vorderen nach dem hinteren Fruchtblatt zu. Als seitlicher Wulst differenzirt sich das einzige Integument, das unterhalb des terminal gebildeten Nucellus entsteht (Fig. 83). Im Verhältnis zum Nucellus ist das Integument sehr stark entwickelt. Der Nucellus ist aber als etwas seitlich liegende Spitze des Gewebskörpers deutlich sichtbar (Fig. 84). Das Ganze gleicht, wie Köhne (28) sagt, einem Vogelkopf, wobei der Schnabel dem Nucellus, der obere Kopfteil dem Integumentwulst entsprechen würde. Jetzt schwillt das Integument weiter an, überwallt den Nucellus,

legt sich an den kurzen Funiculus an und bildet die Mikropyle (Fig. 85). Das Ovulum füllt zuletzt den Ovularraum ganz aus.

Die Fruchtwand hat jetzt schon deutliche Riefen, die Zähne ihres oberen Kranzes beginnen sich auszubilden, die der Wandmitte angehörigen Zellen zeigen reichliche Ansammlung von Kalciumoxalatkristallen. Die innere Epidermis hängt vollkommen mit diesen Zellen zusammen, mit ihnen einen compakten Zellcomplex bildend. Die Außenepidermis des Integuments beginnt eine Streckung ihrer Zellen, die von der Mikropyle her in radialer Richtung ihren Anfang nimmt (Fig. 73). Hand in Hand geht eine Auflösung der inneren Integumentzellen vor sich, deren zerdrückte, halbgelöste Wände und plasmatischen Inhalt man deutlich erkennt.

Die Innenepidermis, die auf ihrer Außenseite, also auf der dem Embryosack zugewandten, bis auf wenige Zellen Cuticula trägt, hat sich unterhalb der Mikropyle bauchig erweitert und trägt an ihrem unteren Ende ein Haustorium (Fig. 73), das meines Erachtens dazu bestimmt ist, dem Embryosack, resp. dem Embryo die Nahrungszufuhr aus dem umliegenden, in Lösung befindlichen Integumentgewebe zu vermitteln. Der Nucellus verschwindet, der Embryosack ist äußerst dünn, die von ihm eingeschlossenen Zellen sehr schwer zu erkennen. Der Embryosack wird in diesem Stadium die flüssige Nucellarmasse, soweit sie noch vorhanden, bald verbraucht haben. Dies ist ungefähr das Bild zur Zeit der Befruchtungsreife, wie es bereits bei der Blüte (Cap. VI) geschildert wurde (Fig. 73).

Leider war mir die Anfertigung einwandsfreier Schnitte und somit auch von Zeichnungen, welche diese Verhältnisse erläutern sollten, unmöglich. Schon Schwere (46) gibt die Schwierigkeiten guter Schnitte, die die Zellteilungen erkenen lassen, zu. Es scheitert dies einerseits an der Kleinheit der Objekte, andererseits daran, daß die be-

treffenden Zellgruppen äußerst dünnwandig sind und sich nur in losem Zusammenhang befinden. Die Endothelschicht störte mir meistens die Übersicht, Färbemittel griffen die Kerne schwer, das Endothel desto leichter an. Dazu kommt, daß speciell bei *Cnicus benedictus* große Mengen von Inulin in Sphaerokristallen die Beobachtung erschweren.

Die Entwicklung des Embryo vollzieht sich in analoger Weise wie bei den anderen Compositen, die u. a. Schwere (46) genauer untersucht hat. Zuerst entsteht eine aequatoriale Scheidewand, darauf eine solche senkrecht dazu; durch weitere Teilungen erhalten wir die bekannte Herzform des jungen Embryo, der noch am langen Suspensor hängt und nun das durchsichtige, vom secundären Embryosackkern aus vorübergehend gebildete Endospermgewebe aufzehrt.

Bei der Untersuchung der Weiterentwicklung der Fruchtwand fand ich die Angaben von C. Gerdts (15) bestätigt. Wir bemerken, daß die unter der Epidermis liegenden Zellen ihre rundliche Gestalt verloren haben und eckig geworden sind. Es beginnt von der Mitte der Rippen her eine Verholzung. Das mesophyllähnliche Gewebe ist völlig verschwunden, ebenso sind die zahlreichen, in ihm enthaltenen Kristalle aufgelöst bis auf einige wenige, die bereits Corrosion zeigen oder ganz innen, nach der Innenepidermis der Fruchtwand zu, oder in ihr selbst, in kleinen Zellen sich vorfinden. Die äußere Epidermis des Integuments hat sich noch weiter radial gestreckt, die Zellen haben sich verdickt und bilden eine vollkommene Scheide (die spätere Testa) um die innere Partie des Integuments, welche in vollster Auflösung und zwar in centrifugaler Richtung begriffen ist. Endothelschicht und Haustorium sind noch vorhanden. Innerhalb der Endothelschicht entwickelt sich der Embryo. Derselbe drückt sie bei seinem Wachsen immer weiter nach außen; die Fruchtwand verändert sich nun nicht mehr stark, nur die Verholzung greift noch um sich. Die Testazellen aber sind stark verdickt,

ihr Lumen wird kleiner, sie biegen und verschlingen sich; auf Längsschnitten erscheinen sie in der Vertikalebene schräg orientirt und haben sich so dicht an die Fruchtwand angepreßt, daß man an eine Verwachsung glauben könnte, wie es ja in vielen Lehrbüchern für die Compositenfrüchte allgemein angegeben ist.

Das Endothel rückt immer näher an die Testa heran, weil der Embryo weiter wächst. Hat dieser seine Ausbildung erreicht, so hat auch die Fruchtwand ihre endgültige Form erlangt. Das Nähere findet sich hierüber im folgenden Capitel X. Der Vollständigkeit halber sei hier nur bemerkt, daß die Fruchtwand sich wenig verändert hat und die unter der Testa befindlichen Integumentzellen bis auf wenige Reste verschwunden sind. Die Endothelschicht umgibt in zwar etwas deformirtem, jedoch immer noch charakteristischem Zustand, den Embryo (Fig. 74).

Zum Schlusse dieses Capitels möchte ich noch einige Bemerkungen über das Endothel anschliessen, über dessen Entstehung und Bedeutung bei den Compositen die verschiedenen Autoren in ihrer Meinung von einander abweichen. Von Portheim (42) hält die Schicht für die Embryosackhülle, obschon er sagt, daß er einen Unterschied zwischen diesen Zellen des Integuments und den übrigen nicht bemerken konnte. Das Studium der Entwicklungsgeschichte zwingt jedoch zu anderer Ansicht, denn zu keiner Zeit war das Endothel vom Nucellus umgeben. Wie wollte man auch die Cuticula auf der Innenseite eines Embryosackes erklären?

Schwere (46) gibt zwar für Taraxacum an, die Endothelschicht sei ein Nucellargebilde. Für *Cnicus benedictus* kann ich dies aus oben genannten Gründen nicht bestätigen, denn es ist deutlich, wie schon Gerdts (15) bemerkt, zu erkennen, daß dieselbe nichts anderes ist wie die Innenepidermis des Integuments: einmal ist dies an der Entwicklung zu erkennen, ein andermal sieht man deutlich an guten Längsschnitten die Fortsetzung der Endothel-

schichtzellen an die Wand der Mikropyle. Hegelmaier (20), Guignard (17) und Goldfluß (16) halten das Endothel ebenfalls für ein aus der innersten Integumentzellreihe hervorgegangenes Gebilde.

Fred. Billings (7) nennt das Endothel auch „Tapetum" und schreibt ihm die Eigenschaft zu, das Nahrungsmaterial der umgebenden Zellen disponibel zu machen und durch seine Zellen zur Ernährung des Embryo durchzulassen. Da ich andere Compositen nicht untersuchte, kann ich nicht verallgemeinern, obwohl ich glaube, daß die Verhältnisse überall gleich liegen; speciell für *Cnicus benedictus* teile ich Billings Ansicht nicht, sondern möchte eher annehmen, daß in Anbetracht des Cuticularbelages die Nahrungszufuhr, wie schon erwähnt, durch das Haustorium und die dort vorhandenen, nicht cuticularisirten Zellen des Endothels geschieht. Daß hierbei die in der Nähe liegenden Antipoden eine Rolle spielen, wie Westermaier (55) bereits erwähnt, erscheint mir sehr wahrscheinlich. Das Haustorium entsteht nicht etwa aus den Antipoden, sondern es bildet einen Auswuchs des Embryosacks oder, da es sehr früh auftritt, vielleicht auch des Nucellus. Es ist übrigens leicht zu erkennen an den wirren, büschelartig auf das Endothelende zulaufenden Zellen, die auch beim Herauspräpariren des Endothelsackes stets aus dem umgebenden, in Lösung befindlichen Zellcomplex im Verein mit dem Sacke herausgerissen werden. Über den Zweck dieser Endothelhülle sind sich die verschiedenen Autoren ebenfalls nicht einig; ich neige mich mit Hegelmaier (20) und Gerdts (15) der Meinung zu, daß sie dem jungen Embryosack, den ja kein fester Nucellus mehr umgibt, und auch dem jungen Embryo lediglich Schutz gewähren soll. Interessant ist auch die Auflösung von Kalciumoxalat, welches unter Corrosionserscheinungen, wie Gerdts etc. angeben, verschwindet und mithin vielleicht eine Art Reservestoff darstellt, der unter Umständen wieder Verwendung findet.

X.

# Die Frucht.

Die fertig ausgebildete Achaene trägt noch den doppelten Pappus, welcher hart und spröde geworden ist und zur Verbreitung der Frucht dient. Der äußerste Kreis, d. h, das zehnzackige Krönchen der Fruchtwand, ist von ihr durch eine scharfe Einschnürung abgegliedert. Aus den Buchten zwischen den kleinen Zähnchen ragen die zehn, etwa 10 bis 12 mm langen und 0,2 bis 0,3 mm dicken, äußeren Pappusborsten heraus, die an der Basis sich verbreitern und mit dem inneren Pappuskranz, der aus zehn, mit den äußeren alternirenden, kürzeren Borsten besteht, als ganzes sich leicht abheben lassen. Die Länge der inneren Glieder beträgt ca. 4 mm, ihre Dicke ebenfalls 0,2 bis 0,3 mm. An ihrem Grunde sind sie zu einem wulstigen Ring verbunden. Die Anatomie ist bereits bei der Blüte behandelt; die Verholzung ist jedoch noch stärker geworden; die Zellen sind tot.

Die eigentliche Achaene ist von grau-grüner Farbe und mit meist 20 scharfen Längsstreifen versehen, die unten in einen etwas helleren, schildförmigen Wulst zusammenlaufen, den Nabel, der am unteren Ende der Achaene schräg orientirt ist. Mehr oder weniger schwach gebogen, verjüngt sie sich nach unten zu etwas, ihre Länge beträgt 0,8 bis 1,0 cm, ihre Dick 2,4 bis 2,8 mm. An dem Nabel lassen sich zwei in der Mediane liegende, kleine Kerben im Wulste erkennen, in denen bei der Keimung ein Riß entsteht. Innerhalb des Nabelrandes tritt das Gewebe in

der Mitte als kleiner Höcker von graugelber Farbe etwas hervor. Über die Anatomie der Fruchtwand gibt die Arbeit von C. Gerdts (15), der ich hier folge, Aufschluß:

Die Epidermis ist sehr zart und infolgedessen meist zusammengeschrumpft. „Das parenchymatische Gewebe ist sklerotisirt, sowohl die Rippen als auch die Zwischenräume, auch die innere Epidermalzellreihe der Fruchtwand, jedoch läßt sie sich noch erkennen, da sie durch den geringen Umfang ihrer Zellen und durch das enge Lumen derselben auffällt. Ganz dicht hieran gepresst ist nun die äußere Epidermis des Integuments, die ja in den charakteristischen, schon beschriebenen Zellring umgewandelt ist." Hinzuzufügen wäre, daß sich in den Furchen die Epidermis in Folge von Spannungen, die beim Trocknen eintreten, leicht abhebt, auf diese Weise einen kleinen Hohlraum bildend, ferner, daß die verholzten Zellen stumpf oder spitz endigen und auf ihren ca. 3 μ dicken Wänden zahlreiche, einfache Tüpfel besitzen. Sie sind ca. 20 μ breit und bis 400 μ lang. In den Rippen sind die Gefäßbündel wegen der allgemeinen Verholzung nicht mehr mit Sicherheit zu erkennen. (Fig. 74). Sie scheinen jedoch im äußeren Teil vorhanden zu sein. Einzelne winzige zweizellige Haare, wie sie bei der Blüte (p. 48) beschrieben sind, finden sich auch noch am oberen Teile der reifen Frucht. Da die Palisadenzellen der Testa schräg gestellt sind, trifft ein Querschnitt sie schief. Es ist leicht einzusehen, daß die ganze Anordnung der mechanischen Elemente in hohem Maße Festigung und Schutz bewirkt, was von Loose (32) auch erwähnt wird. Eine Verwachsung von Frucht- und Samenschale konnte ich ebensowenig wie Gerdts (15) beobachten, da dünne Schnitte sich öfters schon spontan an dieser Stelle trennten; der Druck, der beide für gewöhnlich aneinander presst, muß recht groß sein, da sie stets fest aneinander liegen. Übrigens ist auch die mechanische Trennung von Testa und Pericarp leicht ausführbar.

Auf die Testa folgen nach innen einige Reihen zusammengedrückter Integumentzellen und darauf die innere Epidermis des Integuments in ihrer eigentümlichen Form, die bereits im vorigen Capitel als Endothel ausführlich besprochen wurde und deren Zellen sich etwas in tangentialer Richtung gestreckt haben. Auf dem Längsschnitt ergibt sich dasselbe Bild wie auf dem Querschnitt, nur die Partie am Nabel zeigt abweichende anatomische Verhältnisse. Das sklerotisirte Parenchym lockert sich, behält seine dicken Wände mit Tüpfeln und besitzt große Intercellularen. Stellenweise geht es in normales oder in Schwammparenchym über, durch welches das eintretende Gefäßbündel zieht. Hier liegen auch einzelne Oxalatkristalle in Nadeln oder Octaëdern; außen bildet dünnwandiges, großlumiges und mit zahlreichen, einfachen Tüpfeln versehenes Parenchym den Gewebskörper, der hier die Fruchtwand bildet. Die Testa hat in dieser Region ihre alte Form behalten, mithin auch den Mikropylecanal, der bei der Keimung gesprengt wird, wobei die Zerreißung sich nach außen fortsetzt.

Perisperm und Endosperm kommen, wie bei den Compositen allgemein, nicht zur Ausbildung, sondern der grünlich-weiße Embryo liegt mit großen Cotyledonen im Innern der Samenschale, resp. des Endothels, den vorhandenen Raum ganz erfüllend. Der Embryo ist ziemlich gerade, glänzend, und besitzt Cotyledonen, die über $^3/_4$ seiner ganzen Länge ausmachen. Auf der Innenseite sind sie etwas gefaltet und lassen dort an der Basis die ersten Anlagen der Laubblätter erkennen. Die Radicula ist stielrund, kurz, und etwas gebogen, sie liegt gegen den Nabel gerichtet, der bei der Keimung gesprengt wird. Die Zellen der Cotyledonen sind etwa polyedrisch oder außen palisadenartig gestreckt. Das Palisadengewebe ist also schon angedeutet, ebenso wie Initialbündel bereits vorhanden sind. Die Epidermiszellen selbst sind klein und auf dem Querschnitt viereckig. In den einzelnen Zellen findet sich viel

fettes Öl, ferner Zucker und Aleuronkörner in wechselnder Zahl, die sich folgendermaßen verhalten: Es sind kugelige bis polyedrische Gebilde, deren Grundmasse von Wasser nur langsam verändert wird; Kalilauge läßt eine äußere Haut, die deutlich erkennbar ist, zurück. Die rundlichen Globoide, die in verschiedener Anzahl (bis 8) im Kern vorhanden sind, lösen sich allmählich in verdünnter Essigsäure. Phosphorsaures Natrium löst die Grundmasse ebenfalls, aber langsam. Chloralhydrat löst zuerst die Grundmasse, dann die Globoide langsam auf. Millon's Reagenz und Vanillinsalzsäure ergaben Rotfärbung. In einzelnen Körnern scheinen auch Kristalle vorzukommen, doch war deren Identificirung wegen ihrer Kleinheit nicht möglich.

Zum Schlusse möchte ich hier noch die Bewegungserscheinungen erwähnen, die die Blütenhüllblätter von *Cnicus benedictus* nach der Fruchtreife ausführen. Bei nassem Wetter krümmen sie sich einwärts, sodaß die Köpfchen geschlossen bleiben, bei trockenem nach auswärts, wodurch die Früchte herausfallen können. Dies Verhalten wird erklärt durch die hygroscopischen Eigenschaften und die Anordnungsweise der mechanischen Zellelemente der Involucralblätter. (cf. Haberlandt (18).)

---

## XI.

# Die Sekretgänge.

Die Sekretgänge der Compositen sind schon häufig untersucht worden. Zufolge ihrer Bedeutung für die Systematik widmet ihnen auch Solereder (48) einen größeren Abschnitt, in dem auch die zahlreichen Autoren erwähnt werden. Unklarheit herrscht über die Eigenschaft des Sekrets: so werden die Wurzelgänge einmal als Öl-, ein andermal als Harzgänge bezeichnet. In neuerer Zeit hat Tschirch (50a) eingehend über die Sekretgänge berichtet.

Die Untersuchung derselben bei unserer Pflanze bestätigt das dort Gesagte im allgemeinen. Erwähnt sei, daß nur Canäle, aber keine Sekrettaschen vorkommen, daß erstere aber überaus häufig sind. So finden wir sie einerseits in der Wurzel in der nachher beschriebenen Weise, andererseits in Stengel und Blatt bis zur Blüte; der Griffel ist noch von Harzgängen durchzogen; einmal fand ich einen solchen sogar längs der Raphe verlaufen. Die Wurzelgänge unterscheiden sich von den übrigen dadurch, daß sie der Epithelzellen, wenigstens anfangs, entbehren, während sie in oberirdischen Pflanzenteilen stets vorkommen. Die Lagerung der Wurzelgänge bei den Cynareen schildert de Bary (11) in so anschaulicher Weise, daß ich seine Worte hierher setze: „In den Wurzeln der Cynareeu liegen die Gänge im innersten Teile der primären Rinde und zwar typisch eine einfache Bogenreihe vor jeder Siebgruppe des axilen Gefäßstrangs, also mit zwei Gefäßplatten dieses alternirend. Nach dem gewöhnlichen Bauplane der

Wurzeln liegen auch bei diesen Pflanzen die Zellen der inneren Parenchymschichten in regelmäßigen, zugleich radialen und concentrischen Reihen; zwischen der Berührungskante von je vier befindet sich ein vier- bis dreikantiger Intercellulargang, die innerste Schicht hat die Eigenschaften der Endodermis." Diese Intercellularen, die zwischen Endodermis und nächst äußerer Parenchymschicht liegen, nehmen nun die Eigenschaften sekretführender an. Van Tieghem (48) und Triebel (49) haben ihre Entwicklung genauer untersucht und sie stets endodermalen Ursprungs gefunden; die Endodermis teilt sich tangential außerhalb der strichförmigen Verkorkung ihrer Radialwände (cf. Fig. 41) Dort, wo vier der so entstandenen Teilzellen, (aus je zwei benachbarten Endodermiszellen) die alle endodermalen Ursprungs sind, einander berühren, bildet sich der Sekretgang. Zur Untersuchung dienen am besten die Wurzeln junger Keimpflanzen.

In älteren Wurzeln besitzen die Sekretgänge, entsprechend ihrer Entstehung, entweder noch rhombische Querschnittsform oder sie haben sich tangential gestreckt (Fig. 38 u. 42). Viele Gänge entbehren hier der Epithelzellen, bei anderen sind in den benachbarten zwei Zellen des Parenchyms tangentiale Teilungen eingetreten und die so entstandenen Zellen haben Epithelcharakter bekommen. Das öftere Fehlen von Epithelzellen kann auch als Beweis für die Richtigkeit der Tschirch'schen Theorie von der Harzbildung (50a) in der resinogenen Schicht angesehen werden. Die Gänge durchziehen die gesamte Wurzel und sind kreisförmig um die ganze Endodermis herum verbreitet; von einer Lücke vor den Gefäßplatten, wie im primären Stadium, ist nichts mehr zu bemerken. Es müssen daher Secundärbildungen dazu gekommen sein, besonders da sich auch außerhalb der Bogenreihe in der secundären Rinde vereinzelt Sekretgänge finden. Wohl läßt sich feststellen, daß sie vor den beiden stark ausgeprägten Siebteilen in

dichter Reihe liegen, während sie im übrig bleibenden Teil des Rings spärlicher vorkommen, im ersteren Falle vor jeder zweiten oder dritten Endodermiszelle, im letzteren nur vor jeder zehnten oder zwölften.

Aus der Wurzel treten die Sekretgänge in den Stengel ein. „Sie stehen im primären Gewebe desselben zunächst immer dicht an der Außenseite der Pleromscheide, welche sich bei den Compositen über die Außenseite des Gefäßbündelrings von dem hypocotylen Glied aus durch den ganzen Stengel verfolgen läßt. In dem hypocotylen Glied sind die Gänge zunächst von demselben Bau und derselben Anordnung wie in der Wurzel.“ (de Bary (11)). Die Stengelgänge liegen in der Mitte des Außenrandes eines jeden Hauptbündels. Es kommen aber auch im Holzteil Sekretbehälter vor, in Form von Gängen, deren Wände verholzt sind; sie sind indessen stets von Parenchymzellen umgeben, sodaß sie das Aussehen von gewöhnlichen Sekretgängen mit Epithelzellen besitzen. (Fig. 33). Sie liegen im innersten, also an das Mark anstoßenden Teile der Holzstränge, vom Mark nur durch die Fasergruppe getrennt.

Die Blätter besitzen ebenfalls Sekretgänge, dieselben gehen jedoch, soweit ich feststellen konnte, nicht in die Lamina hinein, sondern beschränken sich auf die größeren Blattnerven, wo sie wieder in der Einzahl vor der Gefäßbündelscheide stehen. Van Tieghem (48), Hildebrand (48), und Vuillemin (53) bezeichnen auch die Stengelgänge als endodermal, d. h. durch Teilung von Endodermiszellen entstanden. Ich fand sie schon in ganz jungen Sproßteilen mit drei bis vier Epithelzellen als kleine Intercellularen ca. zwei Zellreihen von der Endodermis entfernt, was nur durch frühzeitige, tangentiale Teilung der Endodermiszellen geschehen könnte. (Fig. 36, 37).

Im Blütenboden und in den Hüllkelchblättern sind die Harzgänge häufig, in der Blüte selbst trifft man sie in Corolle und Griffel vor den Bündeln an. Hier kommt es

vor, daß zwei Intercellularen, die von einem gemeinsamen Ring von Epithelzellen umgeben sind, Sekret führen. (Fig. 67). Es scheint mir nicht völlig ausgeschlossen, daß in vielen Fällen in Corolle und Griffel eine spätere, lysigene Erweiterung eingetreten ist, jedenfalls erreichen die Gänge hier eine Weite von 25 bis 30μ, die doch gegen diejenige der Stengel und Blattgänge recht beträchtlich ist. (Fig. 68)

Anastomosen beobachtete ich in keinem Falle. Was die Bildungsweise des Sekrets anbelangt, so habe ich ihr größere Aufmerksamkeit widmen können, da die Gänge ja sehr häufig sind und bei vielen anderen Beobachtungen nebenher mit untersucht werden konnten. Wirkliches Sekret fand sich immer nur in den Intercellularen selbst, besonders in Jugendstadien, nicht aber in den Epithelzellen, die sich wohl durch reichlichen Inhalt auszeichnen.

Etwa später darin auftretendes Sekret ist sicher auf ein zufälliges Verschmieren zurückzuführen. Diese Tatsachen stimmen auch mit den Beobachtungen Tschirch's (50a) und Bécheraz (3) überein.

Zur Untersuchung der Gänge des Sekrets und der „resinogenen" Schicht benutzte ich entweder scharf getrocknetes oder Alcoholmaterial. Wird das Sekret mit Alcohol oder Aether entfernt, so bleibt in jungen Gängen eine hellgelbe Masse, die den Innenraum fast ganz erfüllt, zurück. Ältere Gänge sind mit einem Wandbelag derselben Art ausgekleidet. Farblos war diese Schicht eigentlich nie; es ist nun möglich, daß sie gefärbt ist, oder daß das gelbe Sekret derselben fest anhaftet, resp. in dieselbe eingeschlossen ist; ich glaube jedoch das erstere, da selbst Mikrotomschnitte nach Behandlung mit Xylol, Alcohol etc. die Färbung behielten. Dieser Belag entspricht der resinogenen Schicht Tschirch's. (50a). (Fig. 36, 37, 38) In der Wurzel ist sie besser zu beobachten als im Stengel. Sie zeigt körnige Strukturen, Kali quillt sie auf, Wasser nicht oder nur wenig; durch Chloralhydrat löste ich die gelben

Anteile heraus und erhielt durch Behandlung der nunmehr farblosen Schicht mit Jod oder Chlorzinkjod sofort eine gelbe Färbung, was in Verbindung mit den andern Reactionen auf Schleimcharakter schließen läßt. Mit Rutheniumsesquichlorid, das bekanntlich nach Mangin mit Pectinschleimen schöne Rotfärbung gibt, erzielte ich keine besonders guten Resultate. Gegen concentrierte Schwefelsäure ist die Schicht ziemlich widerstandsfähig, indem unter nur teilweiser Auflösung gelbliche Strukturen bleiben. Rohrzuckerlösungen mit Saffranin, wie O. Tunmann (51a) sie für Umbelliferengänge anwandte, ergaben schöne Rotfärbung, wie ich denn auch die von ihm beschriebene Bläschenbildung, die auf Schleim hinweist, in geringem Umfang wahrzunehmen glaubte.

Das Sekret selbst ist in frischen Pflanzen ölartig bis zähflüssig, von gelber Farbe, die nach dem Trocknen in braun bis braunrot übergeht; das Sekret verharzt hierbei und wird consistenter. Unverdorben — Franchimonts Reagens ergab keine sehr intensive Grünfärbung, wohl weil die betreffenden Säuren, die mit Kupfer grüne Salze bilden, fast ganz fehlen. (cf. Tschirsch (50a)). Chloralhydrat, Alcohol und Aether lösen das Sekret, Vanillinsalzsäure wirkt nicht ein, Eisenchlorid ebenfalls nicht, Alcannatinktur färbt nach einiger Zeit rot, Osmiumsäure schwarz. Wir haben es also mit einem Harz oder harzähnlichen Sekret zu tun.

Junge Pflanzen, besonders Keimpflanzen, gaben die Reactionen noch nicht deutlich, da das Sekret hier noch in Entstehung begriffen ist und mehr den Charakter eines aetherischen Öls zeigt. Vielfach bediente ich mich zur Ausführung der Reactionen frischen Materials. Hierbei machte ich die Beobachtung, daß das Sekret unter Druck steht, es verbreitet sich infolge des Turgors rasch über die Schnittfläche, wodurch ein leichteres Reagiren mit den hervortretenden Tropfen möglich ist, als mit dem Sekret in den Gängen selbst.

## Zusammenfassung.

1. Die Morphologie und Anatomie von *Cnicus benedictus* wurden einer vollständigen Untersuchung unter kritischer Berücksichtigung des wenigen, bisher Vorhandenen unterworfen.
2. Von Pflanzenteilen, deren Bau bisher nicht beschrieben war, wurden Keimpflanze, Wurzel, Stengel und Blüte untersucht.
3. Die Entwicklung von Blüte und Frucht wurde eingehend geschildert.
4. Eine neue Haarform (Köpfchenhaare) wurde an Stengel und Blättern gefunden.
5. Die Entwicklung der Drüsen verläuft entgegengesetzt zu dem bei anderen Compositen sonst Angegebenen in der Weise, daß zuerst eine Längswand in der vorgewölbten Epidermis auftritt.
6. Im Holz kommen zwischen Mark und den innersten Gefäßen Sekretbehälter vor, die verholzte Wände besitzen.
7. Die reizpercipirenden Haare der Filamente besitzen zwischen Cuticula und innerer Cellulosemembran eine nicht aus Cellulose, wahrscheinlich aus Schleim bestehende Schicht.
8. Im Stengel kommen rindenständige, concentrische Gefäßbündel vor.
9. An der Grenze zwischen Anthere und Filament findet sich eine Platte verholzter Epidermalzellen, die Gelenk- und Schutzfunction hat.
10. In der Höhlung des Blütenköpfchens lagern des öftern makroskopisch sichtbare Mengen von Inulin.

# Litteraturnachweis.

1. Ahlvengren, F. E., „Anatomie d. Compositenstammes“. (Ref. Bot. Centralbl., 1897, II., p. 208.)
2. Baillon, „Traité de botanique médicale“. Paris 1884.
3. Béchéraz, Ach., „Über die Sekretbildg. in d. schizog. Gängen“. Dissert. Bern 1893.
4. Behrens, W., „Die Nectarien der Blüten“. Flora 1879.
5. Berg, Dr. Otto, „Pharmaceutische Warenkunde“. 1879.
6. Berg und Schmidt (Meyer und Schuhmann) „Atlas der officinellen Pflanzen“. Leipzig 1893.
7. Billings, Fred., cf. Flora 88. 1901.
8. Buchenau, Dr. Franz, „Über die Blütenentwicklung einiger Dipsac., Valerianac. und Compositen“ in „Abhdlgn. d. Senkenberg. naturf. Gesellsch. zu Frankfurt. I. 106.
9. . . . . . . ., Bot. Zeitung 1872.
10. Col, A., „Recherches sur l'appareil sécréteur interne des composées“. J. d. bot., 1903 u. 1904.
11. De Bary, „Vergleich. Anatomie d. Veget.-Organe d. Phanerog.“. Leipzig 1877.
12. Eichler, Dr. A. W., „Blütendiagramme“. Leipzig 1875.
13. Encyclopädie der Pharmacie. II. Bd. Wien und Leipzig 1887.
14. Flückiger, „Pharmacognosie d. Pflanzenreichs“. Berlin III. Aufl, 1891.
15. Gerdts, Carl, „Bau und Entwicklung der Compositenfrucht“. Dissert. Bern 1905.

15a. Gilg, E., „Lehrbuch der Pharmacognosie“. Berlin 1905.

16. Goldfluß, Math., „Sur la struct. et les fonct. de l'assise épithéliale et des antipodes chez les composées". J. de bot. 1898. No. 23 u. 24.
17. Guignard, L., „Rech. sur le développement de la graine". J. de bot. 1893.
18. Haberlandt, Dr. G., „Physiologische Pflanzenanatomie". Leipzig 1904.
19. dto., „Sinnesorgane im Pflanzenreich". Leipzig 1901.
20. Hegelmaier, „Über den Keimsack einiger Compositen und dessen Umhüllung". Bot. Ztg. 1889. No. 50.
21. Heineck, Otto, „Beitrag zur Kentnis d. feineren Baus der Fruchtschale der Compositen". Diss. Giessen 1890.
21a. Heinricher, Sitz.-Ber. d. deutsch. botan. Gesellsch. 1883.
22. Herbst, „Markstrahlen", Bot. Centralbl. 1894. I. p. 405.
23. Hoffmann in: „Natürl. Pfl.-Fam. von Engler u. Prantl". IV. Teil. V. Abt.
25. Jost, L., „Vorlesungen über Pflanzenphysiologie". Jena 1904.
26. Karsten, „Flora von Deutschland etc." Gera 1895.
27. Koch, L., „Die mikroskopische Analyse d. Drogenpulver„. Bd. III. 1. Lief. Leipzig 1904.
28. Koehne, Emil, „Über Blütenentwickl. bei den Compos." Diss. Berlin 1869.
29. Koehler's Medicinal-Pflanzen. Gera 1887.
30. Kohl, F. G., „Die officinellen Pfl. d. Pharm. Germ." Leipzig 1895.
31. Lemaire, Adrien, „De la déterminat. histologique des feuilles médicinales". Paris 1882.
32. Loose, R., „Die Bedeutung d. Frucht- u. Samenschale d. Comp. f. d. ruhenden u. keimenden Samen". Diss. Berlin 1891.
33. Luerssen, „Med. Pharm. Botanik". Leipzig 1882. II. Bd.
34. Marmé, Wilh., „Lehrb. d. Pharmacogn.". Leipzig 1886.
35. Meyer, Dr. Arth., „Wissenschaftliche Drogenkunde", Berlin 1891.

36. Meyer, Adolf, „Anat. Charakteristik d. offic. Blätter u. Kräuter". Halle 1882.
37. Michael, Paul Oskar, „Vergl. Untersuch. üb. d. Bau d. Holzes bei Comp. etc." Diss. Leipzig 1885.
38. Möller, J., „Pharmacogn. Atlas". Berlin 1892.
39. Payer, J. B., „Traité d'organogénie comparée de la fleur". Paris 1857.
40. Pfeffer, W., „Physiol. Untersuchungen". Leipzig 1873.
41. Planchon et Collin, „Les drogues simples d'origine végétale". Paris 1896.
42. von Portheim, Ritter Leop., „Beiträge z. Entwicklungsgesch. d. Achaene etc." in Sitz.-Ber. d. deutsch. naturw.-med. Vereins für Böhmen „Lotos". Prag 1901.
43. Schuhmann, „Beiträge zur Anat. d. Compositenstengels". Bot. Centralbl. 1890. I. p. 193.
44. Schuhmann, Carl, „Neue Unters. üb. d. Blütenanschluß". Leipzig 1890.
45. Schwandner, Carl, „Beitrag zur Kenntnis der Bestandteile von *Cnicus benedictus*". Diss. Erlangen 1894.
46. Schwere, „Zur Entwicklungsgesch. d. Frucht von Taraxacum". Flora 1896.
47. Strasburger etc., „Lehrbuch der Botanik". Jena 1905.
48. Solereder, H., „Systemat. Anatomie der Dicotyled." Stuttgart 1899.
49. Triebel, R., „Über Ölbehälter in Wurzeln von Compositen". Nova acta Leop. Carol. Acad. Naturf. Bd. L.
50. Tschirch, A., *a)* „Harze u. Harzbehälter". Leipzig 1906.
    *b)* „Angew. Pflanzenanatomie". Wien u, Leipzig 1889.
    *c)* und Oesterle, „Anatomischer Atlas", Leipzig 1900.
51. Tunmann, O., *a)* „Über die Sekretdrüsen". Dissert. Bern 1900.
    *b)* „Berichte d. deutsch. pharmac. Gesellsch," 1907.

52. Uhlmann, W., „Über die Entstehung, das Vorkommen und den Nachweis des fetten Öls“, Diss. Zürich 1902.
53. Vuillemin, M., „Bulletin de la Société botanique de France“. 1884. Bd. 31.
54. Warming, „Die Blüten der Compositen“, in Hanstein's bot. Abhdlgn., III. Bd. Heft 2.
55. Westermaier, Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. 1901,

---

## Erklärung der Abbildungen.

### Tafel I.

Fig. 1. Querschnitt durch den Blattstiel eines basalen Blattes.
Fig. 2. Mittelnerv desselben.
Fig. 3. Stengel, großes Gefäßbündel, quer.
Fig. 4. Stengel, quer, Übersicht.
Fig. 5. Wurzel, jung, quer.
Fig. 6. Wurzel, Holzteil, quer.
Fig. 7 bis 10. Keimpflanzen.
Fig. 11 bis 14. Blattformen.

### Tafel II.

Fig. 15 bis 18. Blatt.
- Fig. 15. Epidermis der Oberseite über dem Mesophyll. Vergr. 260.
- Fig. 16. Epidermis der Oberseite über den Nerven. Vergr. 100.
- Fig. 17. Epidermis der Unterseite über den Nerven. Vergr. 260.
- Fig. 18. Blattlamina, quer. Vergr. 100.

Fig. 19 bis 22. Drüsenentwicklung. Vergr. ca. 400.
- Fig. 19, 20, 22. Längsschnitte.
- Fig. 21. Querschnitt.

### Tafel III.

Fig. 23 bis 26. Drüsenentwicklung (Forts.). Vergr. ca. 400.
- Fig. 23, 24, 25. Längsschnitte.
- Fig. 26. Querschnitt.

Fig. 27. Wollhaar vom Stachel d. Blütenhüllbl. Vergr. 125.

Fig. 28. Köpfchenhaar. Vergr. 125.
Fig. 29. Haarfuß eines Gliederhaars. Vergr. 125.
Fig. 30. Stengelepidermis. Vergr. 260.

## Tafel IV.

Fig. 31. Stengel, kleineres Bündel, quer. Vergr. 260.
Fig. 32. Stengel, Radialschnitt. Gefäße und Holzfasern. Vergr. 260.
Fig. 33. Stengel, innere Partie des Holzteils eines größeren Bündels mit Sekretgängen. Vergr. 260.
Fig. 34. Stengel, conc. Gefäßbündel der Rinde. Vergr. 260. *S* = Siebteil, *G* = Gefäßteil, *Sch* = Holzscheide, *HP* = Holzparenchym, *H* = Holzfasern, *B* = Bastfasern.

## Tafel V.

Fig. 35. Fasergruppe der Rinde Vergr. 260.
Fig. 36. Sekretgang der Stengelrinde (junges Stadium) quer. Vergr. 260.
Fig. 37. Sekretgang der Stengelrinde (älteres Stadium) quer. Vergr. 260. *S* = resinogene Schicht.
Fig. 38. Sekretgang der Wurzel (älteres Stadium) quer. Vergr. 260.
Fig. 39. Wurzel, Radialschnitt, Siebröhren u. Fasern. Vergr 260.
Fig. 40. Wurzel, Tangentialschnitt, Markstrahl und Holzfasern. Vergr. 260.
Fig. 41. Wurzel, Primäres Stadium, Entwickelung der Sekretgänge. Vergr. 260.

## Tafel VI.

Fig. 42. Wurzel, Radialschnitt, Sekretgang längs. Vergr. 260. *E* = Endodermis, *Ep* = Epithelzellen.
Fig. 43 bis 49. Blüte.
Fig. 43. Hüllkelchblatt, quer mit Sekretgang und Seitennerv. Vergr. 260.

Fig. 44. Hüllkelchblatt, Epidermis d. Innenseite. Vgr. 260.
Fig. 45. Hüllkelchblatt, Epidermis der Außenseite. Vergr. 260.
Fig. 46. Blütenbodenhaar, Spitze. Vergr. 200.
Fig. 47. Blütenboden, Längschnitt. Vergr. 100.
Fig. 48. Spreuborste des Blütenbodens (Blütenbodenhaar). Flächenbild cf. Fig. 46. Vergr. 200.
Fig. 49. Spreuborste, quer. Vergr. 200.

## Tafel VII.

Fig. 50—59. Blüte (Fortsetzung).
Fig. 50. Corolle, alt, unterer Teil, quer, mit Luftlücken. Vergr. 25.
Fig. 51. Corolle, jung, unterer Teil, quer. Vergr. 40.
Fig. 52. Corolle, alt, oberer Teil, quer. Vergr. 25.
Fig. 53. Corolle, jung, quer, unterer Teil. Vergr. 260. (Sekretgänge nicht eingezeichnet.)
Fig. 54. Corolle, Außenepidermis v. d. Fläche. Vergr. 260.
Fig. 55. „ „ Längschnitt Vergr. 260.
Fig. 56. Filament, oberer Teil, quer, mit verholzten Epidermiszellen auf der Außenseite. Vergr. 260.
Fig. 57a. Reizpercipirendes Fühlhaar, quer. Vergr. 260.
Fig. 57b. Fühlpapille, längs, Bewegungszellen des Filaments, längs. Vergr. 260.
Fig. 58. Fühlhaar, quer. Vergr. 260.
Fig. 59. Fühlpapille, quer. Vergr. 260.

## Tafel VIII.

Fig. 60—66 Blüte, Fortsetzung.
Fig. 60, Filament, verholzte Epidermiszellen, längs. Vergr. 260.
Fig. 61. Anthere quer. Vergr. 160.
Fig. 62. Hörnchen der Anthere, quer. Vergr. 160.
Fig. 63. Diskus, längs. Vergr. 260.

Fig. 64. Pollen, quer. Vergr. 260.
Fig. 65. Drüse der Blütenregion. Vergr. 260.
Fig. 66. Griffel, Fegehaare. Vergr. 260.

Tafel IX.

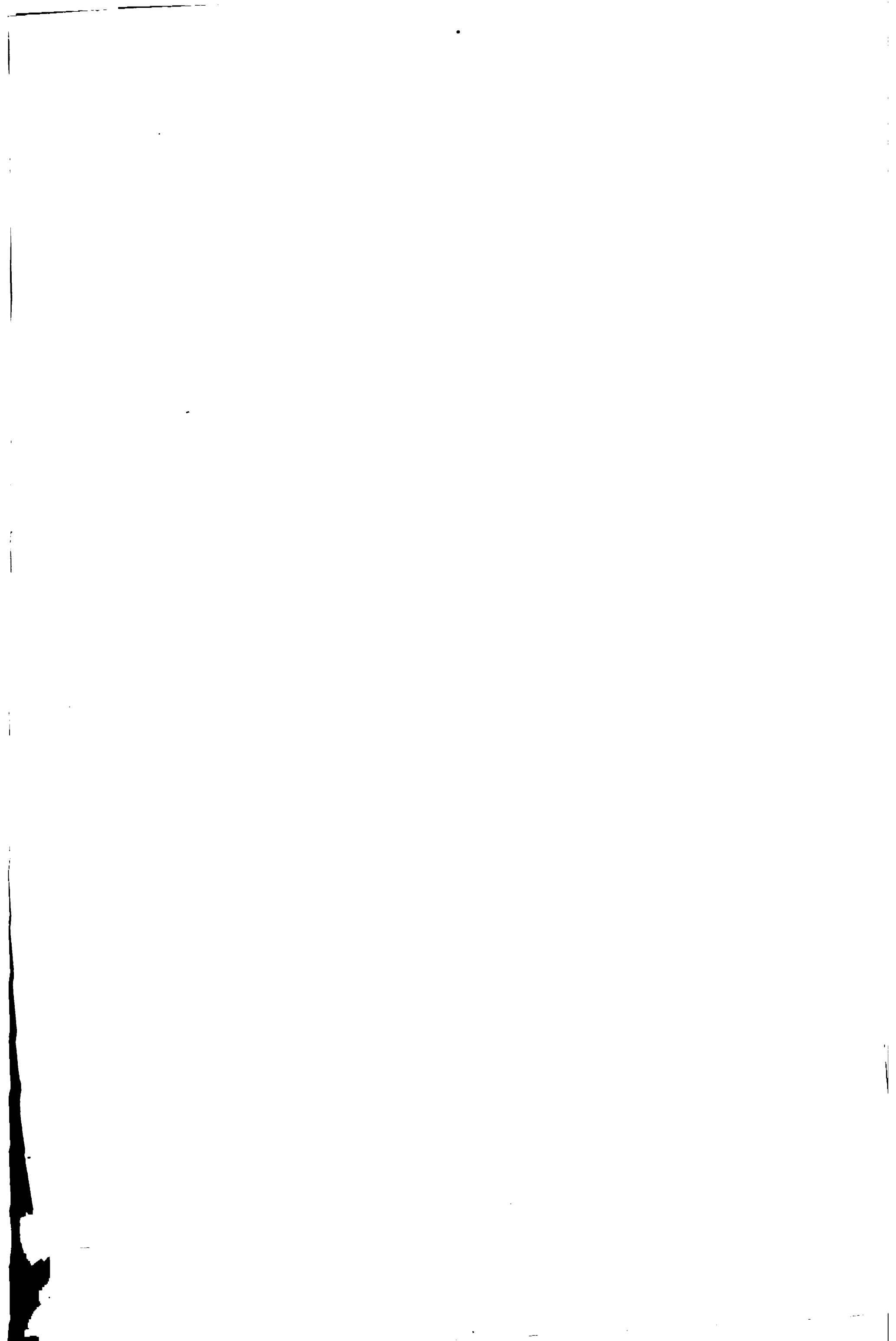
Fig. 67 bis 72. Blüte (Fortsetzung).
Fig. 67. Griffel, quer. Vergr. 200.
Fig. 68. Narbenlappen, quer. Vergr. 260.
Fig, 69. Fruchtknoten quer, junges Stadium. Vergr. 25. *C* = Carpellrand, *G* = Gefäßbündel der Fruchtwand, *T* = Testa in Entwickelung, *F* = Tela conductrix, *J* = in Auflösung befindliches Integumentgewebe, *E* = Endothel.
Fig. 70. Fruchtknoten, quer, etwas älter. Vergr. 25.
Fig. 71. Pappusborsten, längs. Vergr. 260.
Fig. 72. Pappuskörper, quer. Vergr. 200.

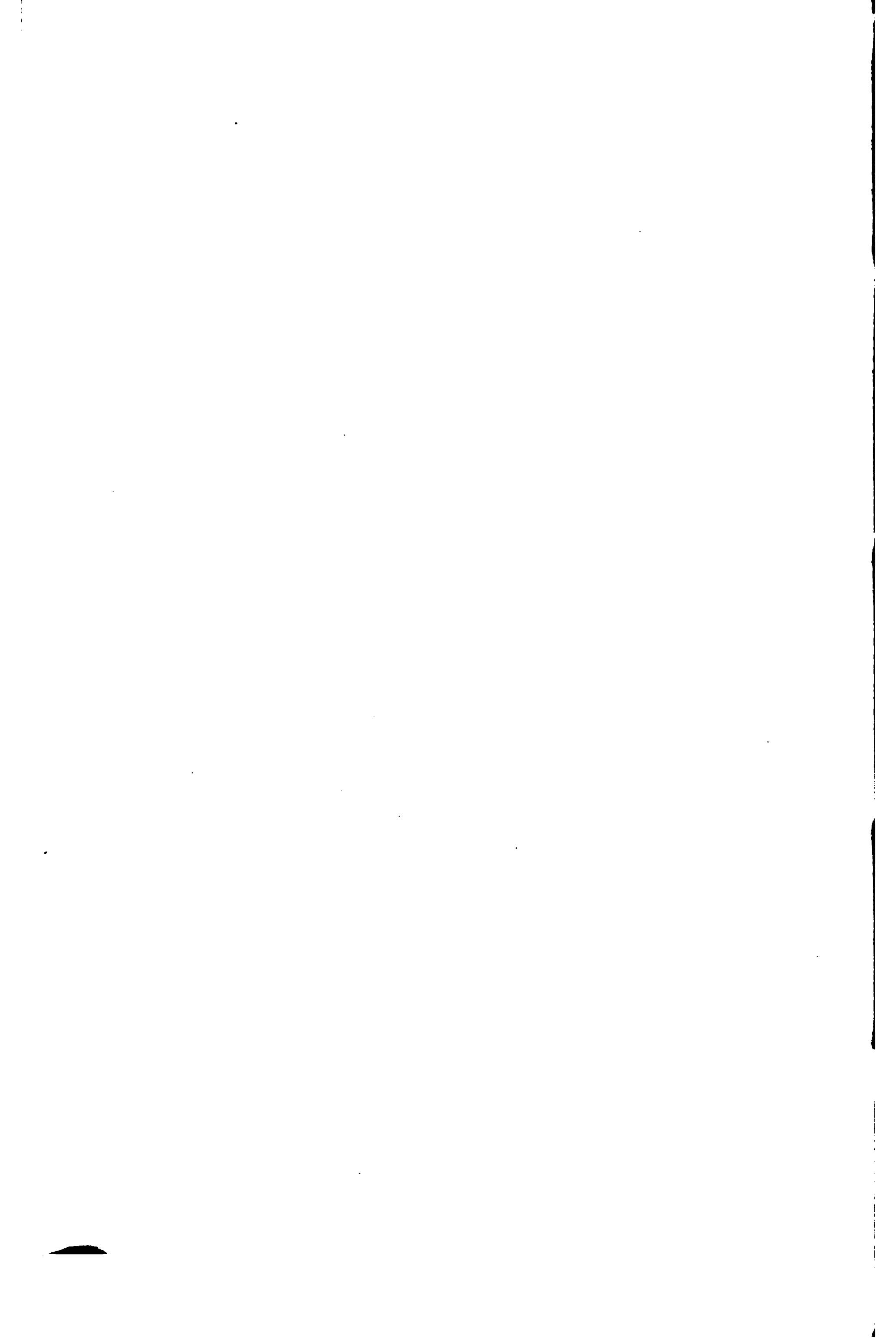
Tafel X.

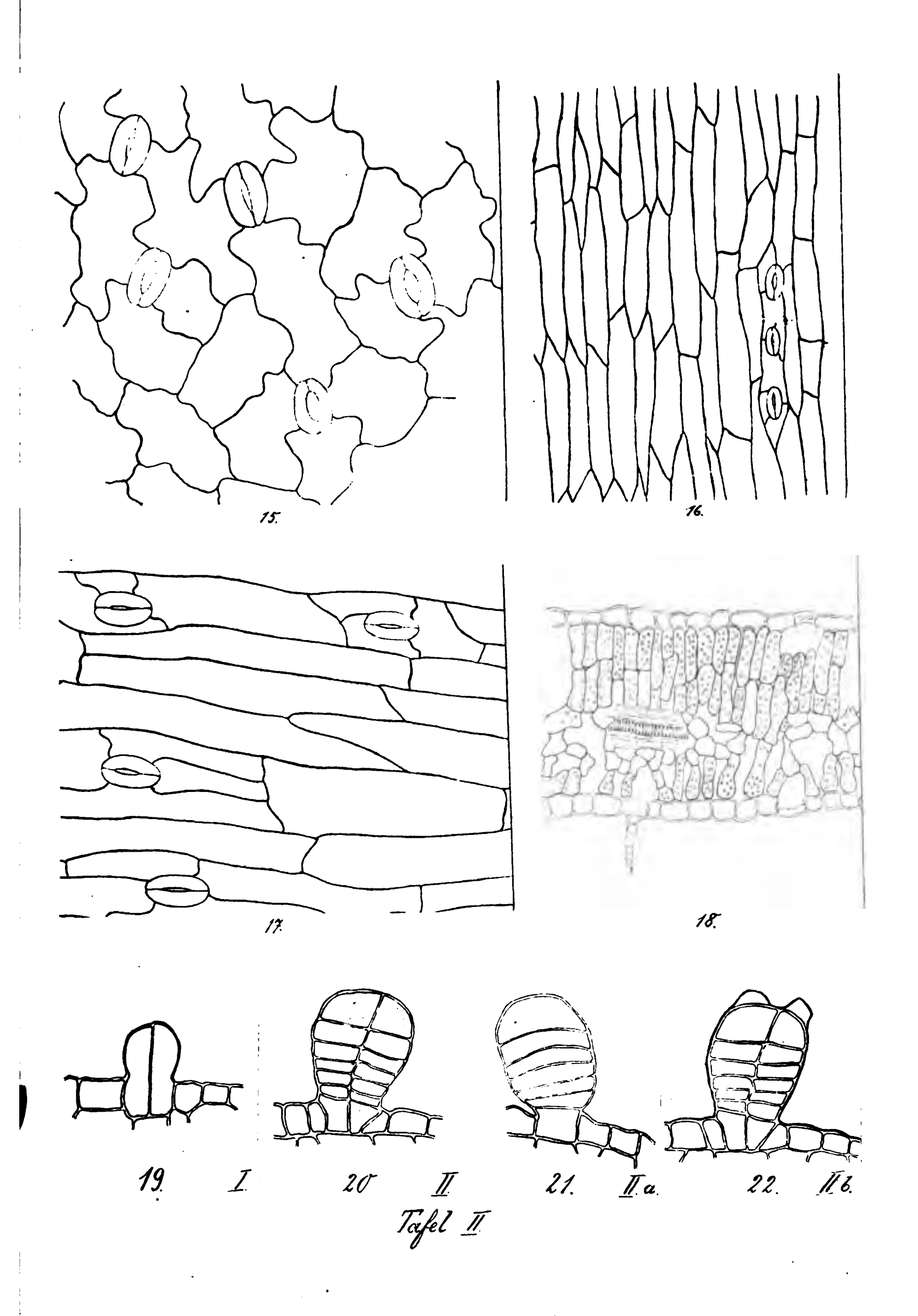
Fig. 73. Fruchtknoten längs. Vergr. 25.
*D* = Diskus, *F* = Tela conductrix, *C* = Fruchtwand, innerer Teil mit Calciumoxalatkristallen; *J* = Integument, der untere Teil außen bildet sich bereits zur Testa um, die innere Partie ist in Auflösung befindlich, das Haustorium = *H* ragt hinein; *E* = Endothel, *Es* = Embryosack.
Fig. 74. Fruchtwand, quer. Vergr. 260. *T* = Tela, *J* = Reste der Integumentzellen, *E* = Endothel.
Fig. 75 bis 85. Entwickelung der Blüte. (Medianschnitte).
Fig. 77 bis 79. Vergr. 40, ebenso Fig. 81. (quer zur Mediane).
Fig. 75, 76, 80, 82 bis 85. Vergr. 30.

# Lebenslauf.

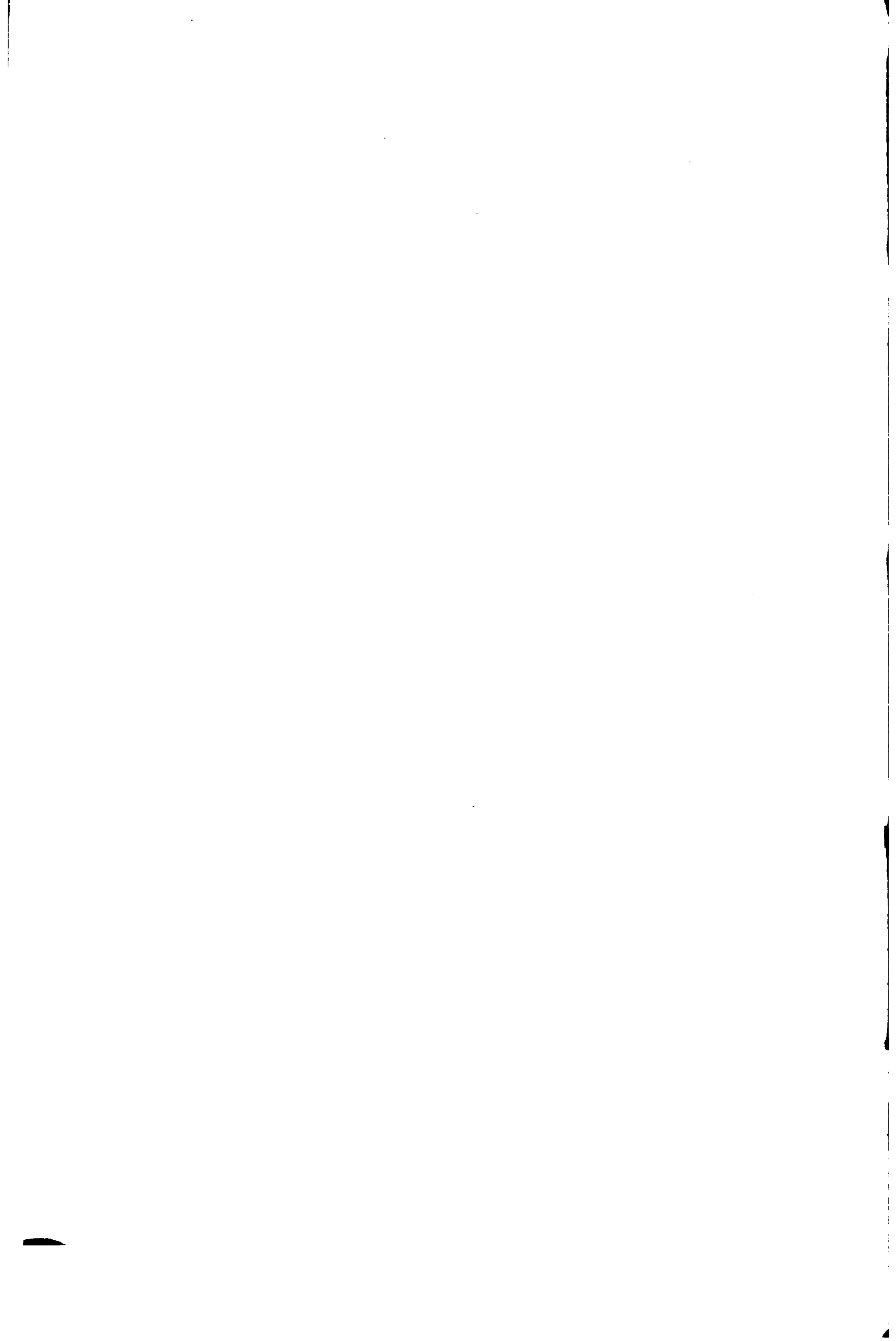
Ich, Heinrich Paul Stadler wurde als Sohn des verstorbenen Apothekers Dr. Conrad Stadler am 8. Mai 1882 zu Heusweiler, Kreis Saarbrücken geboren. Ich besuchte das Gymnasium zu Saargemünd i. Lothr. von 1888 bis 1890, sodann das Lyceum zu Straßburg bis zur Prima und verließ dasselbe im Jahre 1899, um mich der Apothekerlaufbahn zu widmen. Vom Sommersemester 1905 ab studirte ich in Straßburg, bestand das pharmaceutische Staatsexamen im Dezebmer 1906 und war vom October 1907 ab im pharmaceutischen Institut bis zum heutigen Tage als Hilfsassistent tätig. Während meiner Studienzeit waren meine Lehrer die Herren Professoren Dr. Schaer, Graf zu Solms-Laubach, Braun, Thiele, Jost, sowie die Herren Privatdozenten Professor Dr. Kohlschütter, Hannig, Rosenthaler und Kreutz.

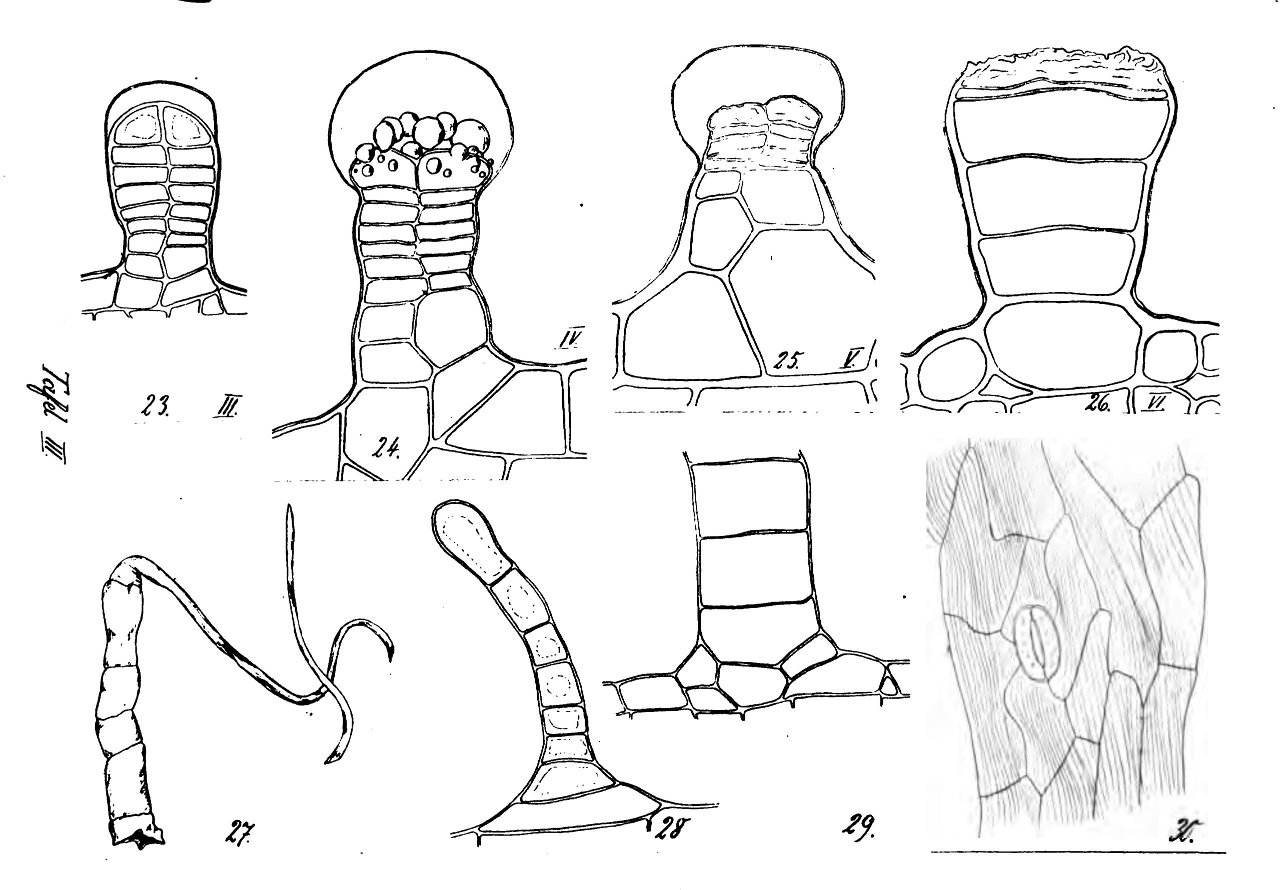




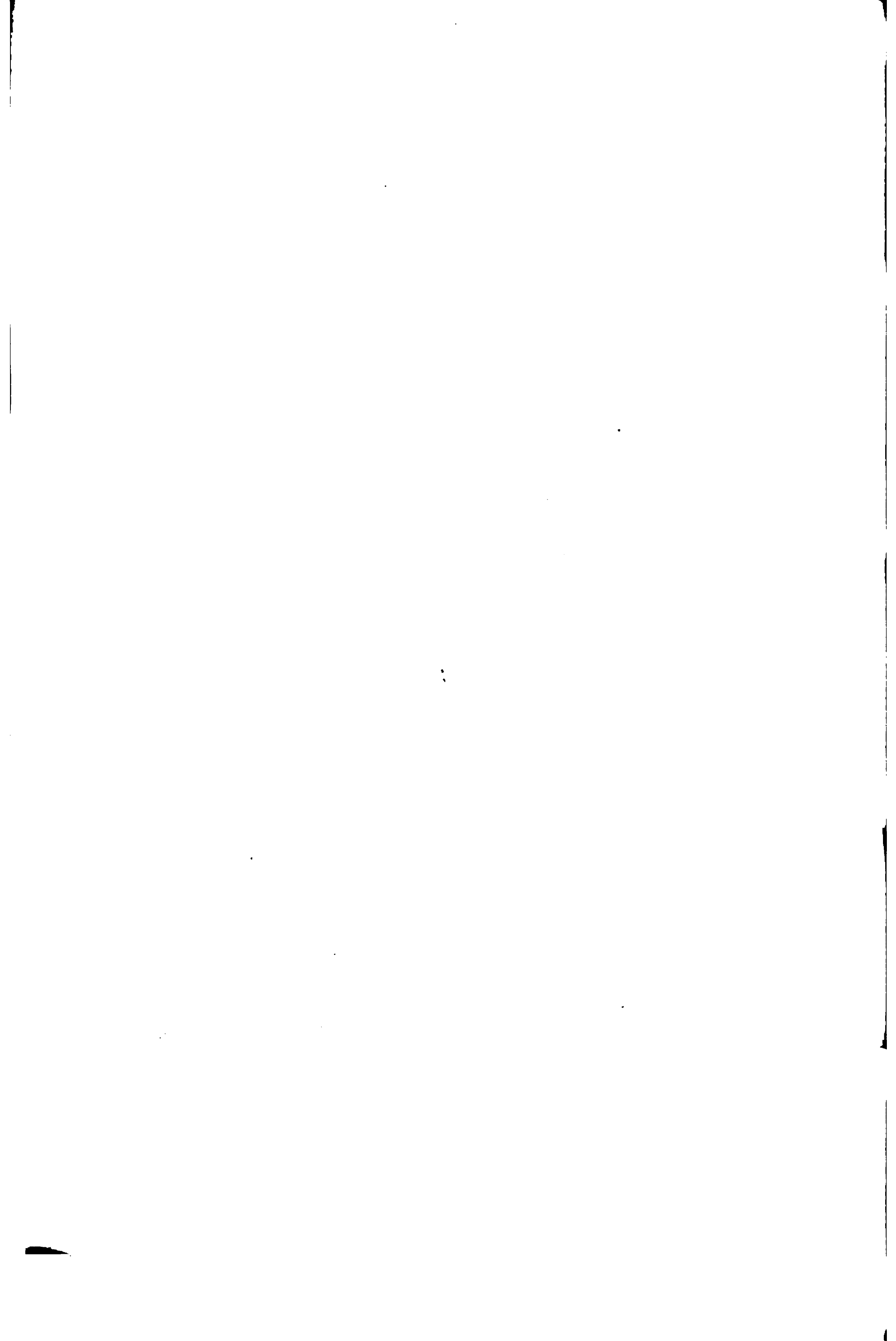


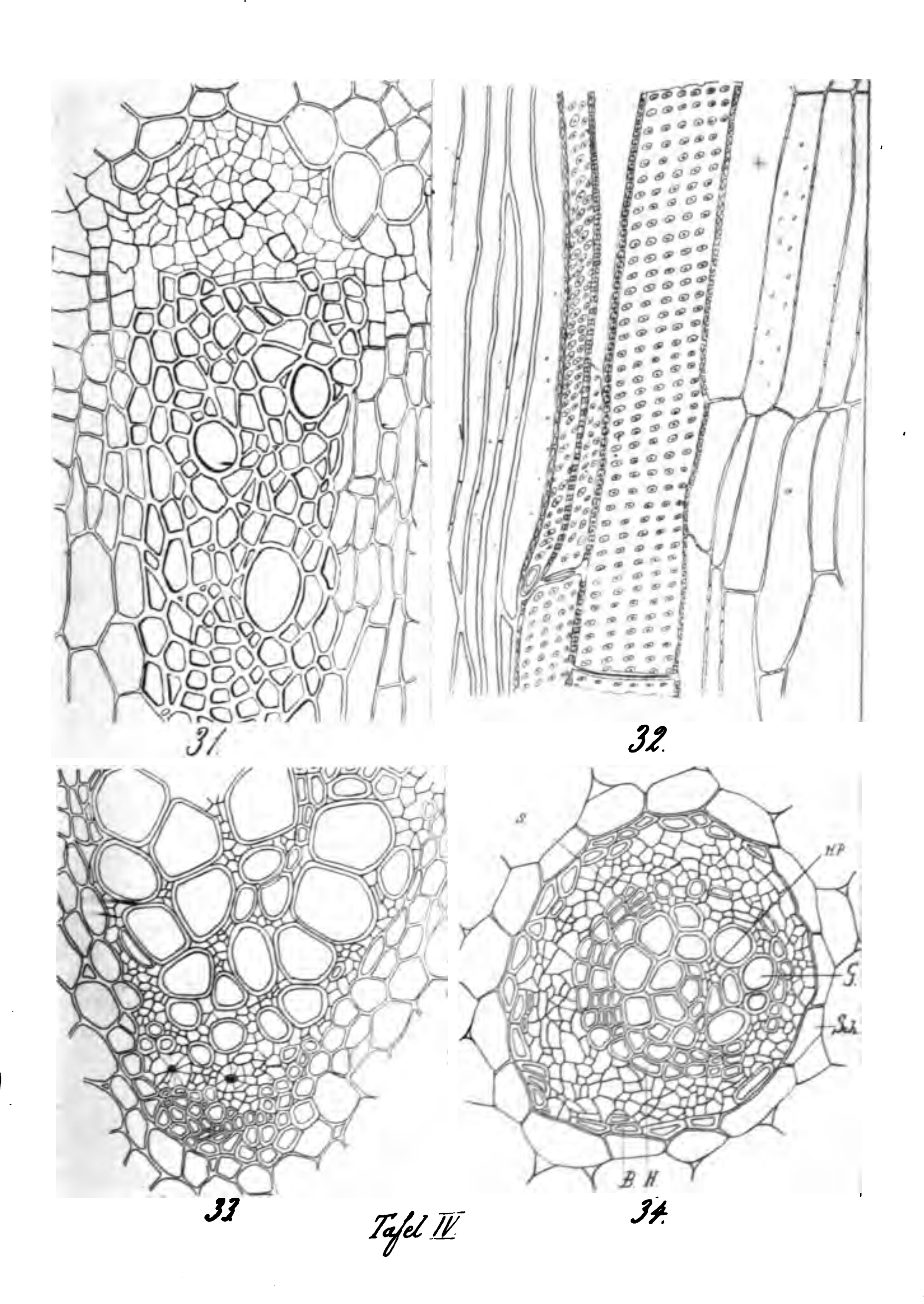

Tafel II.



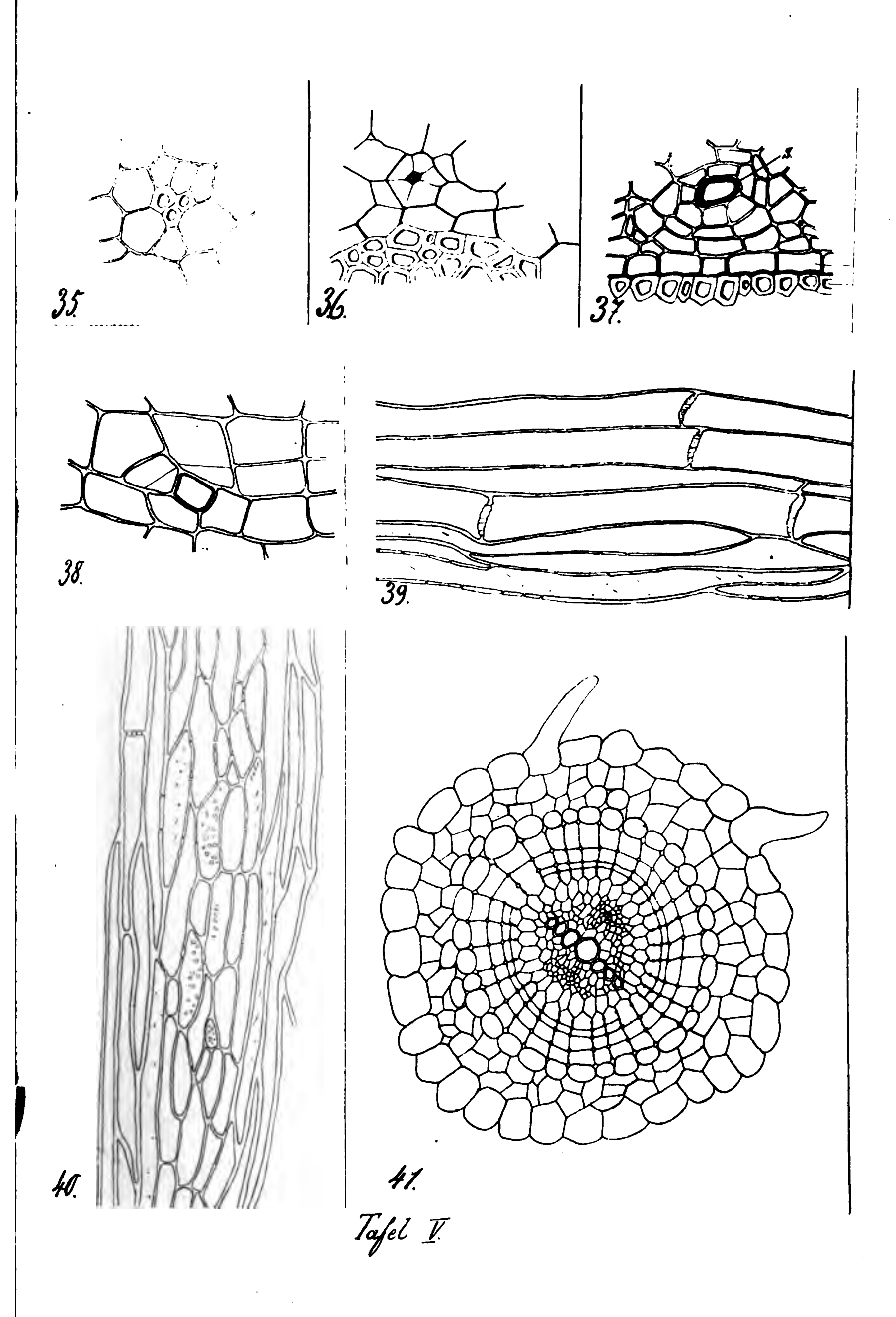



Tafel III.

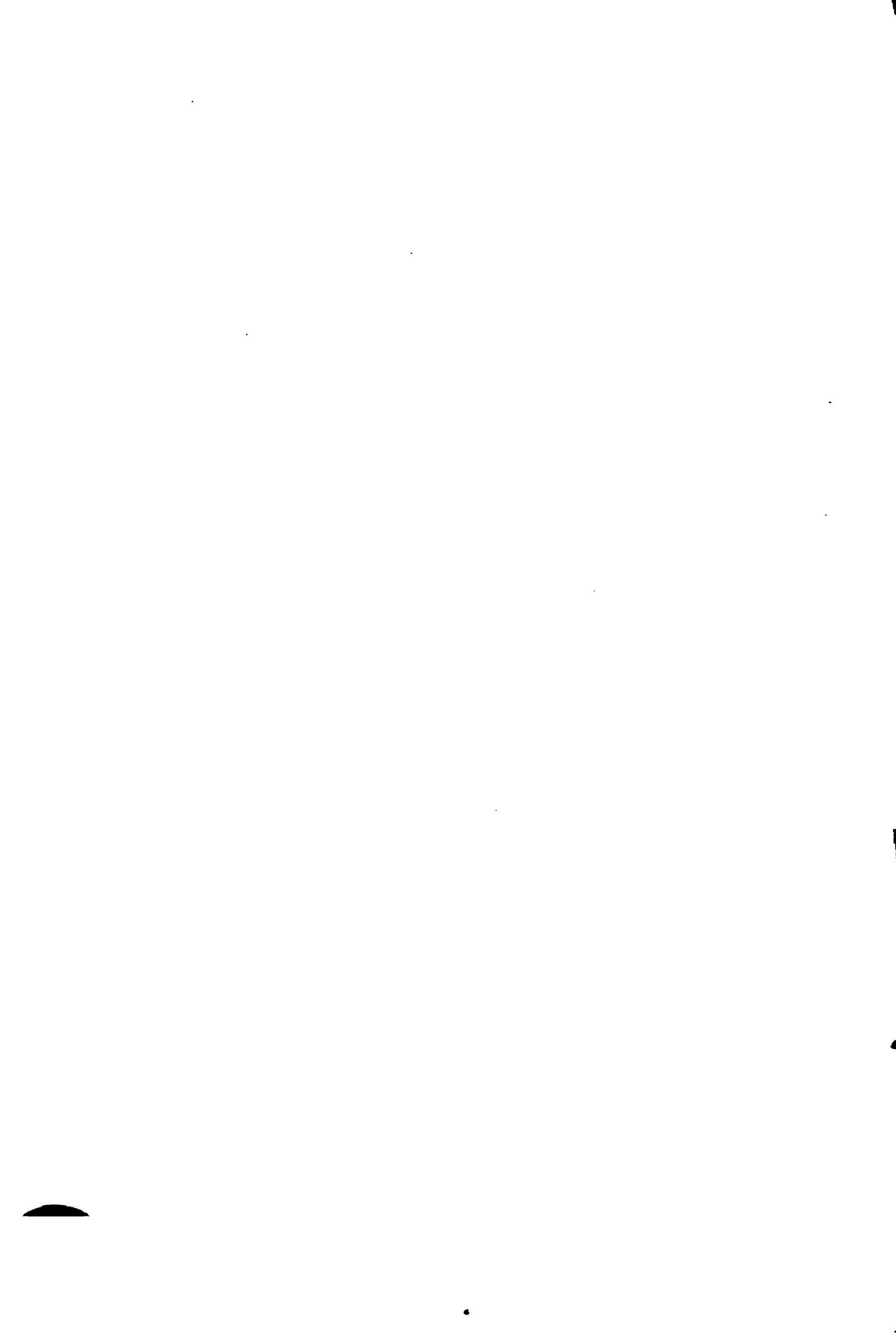


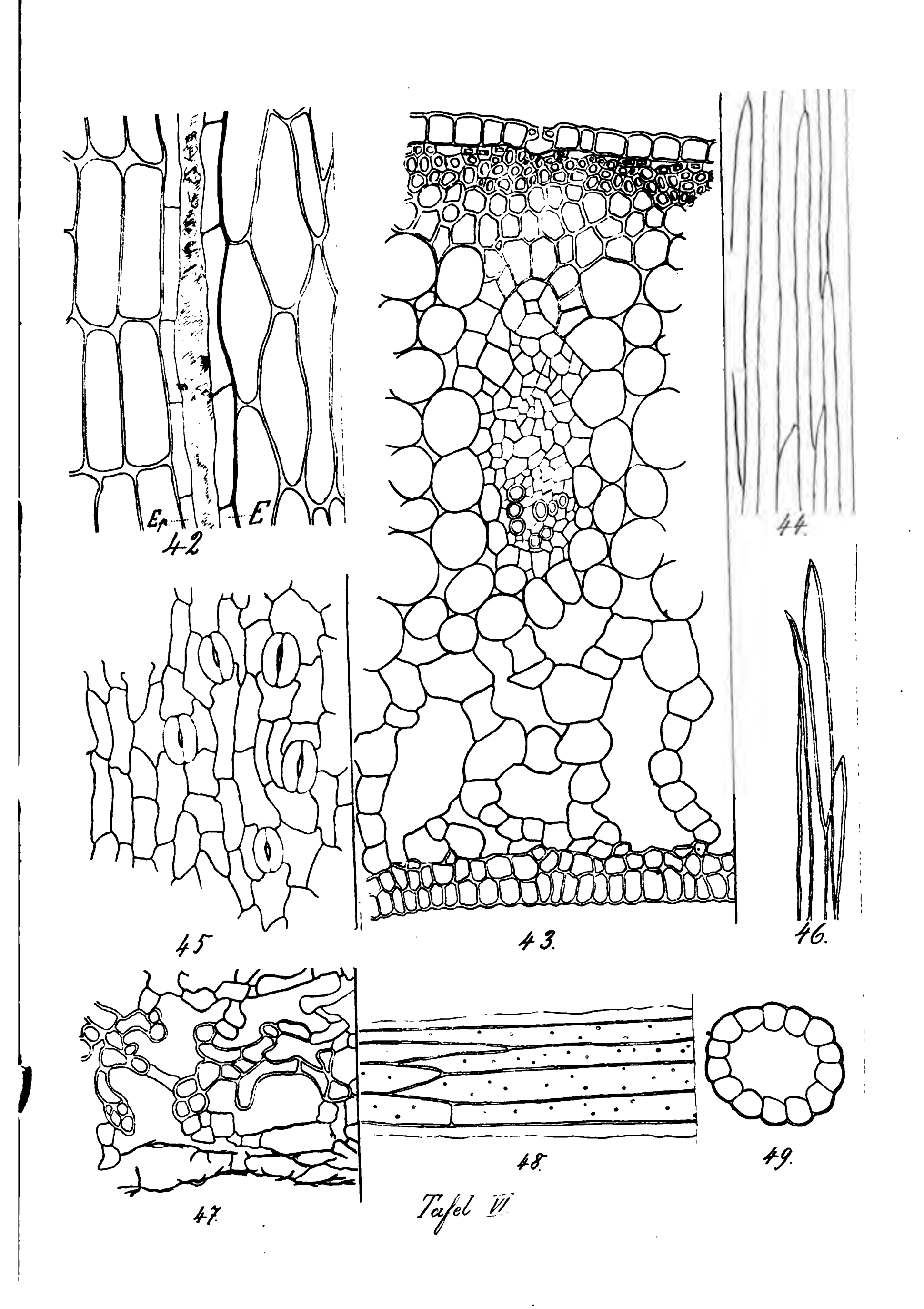



Tafel IV.

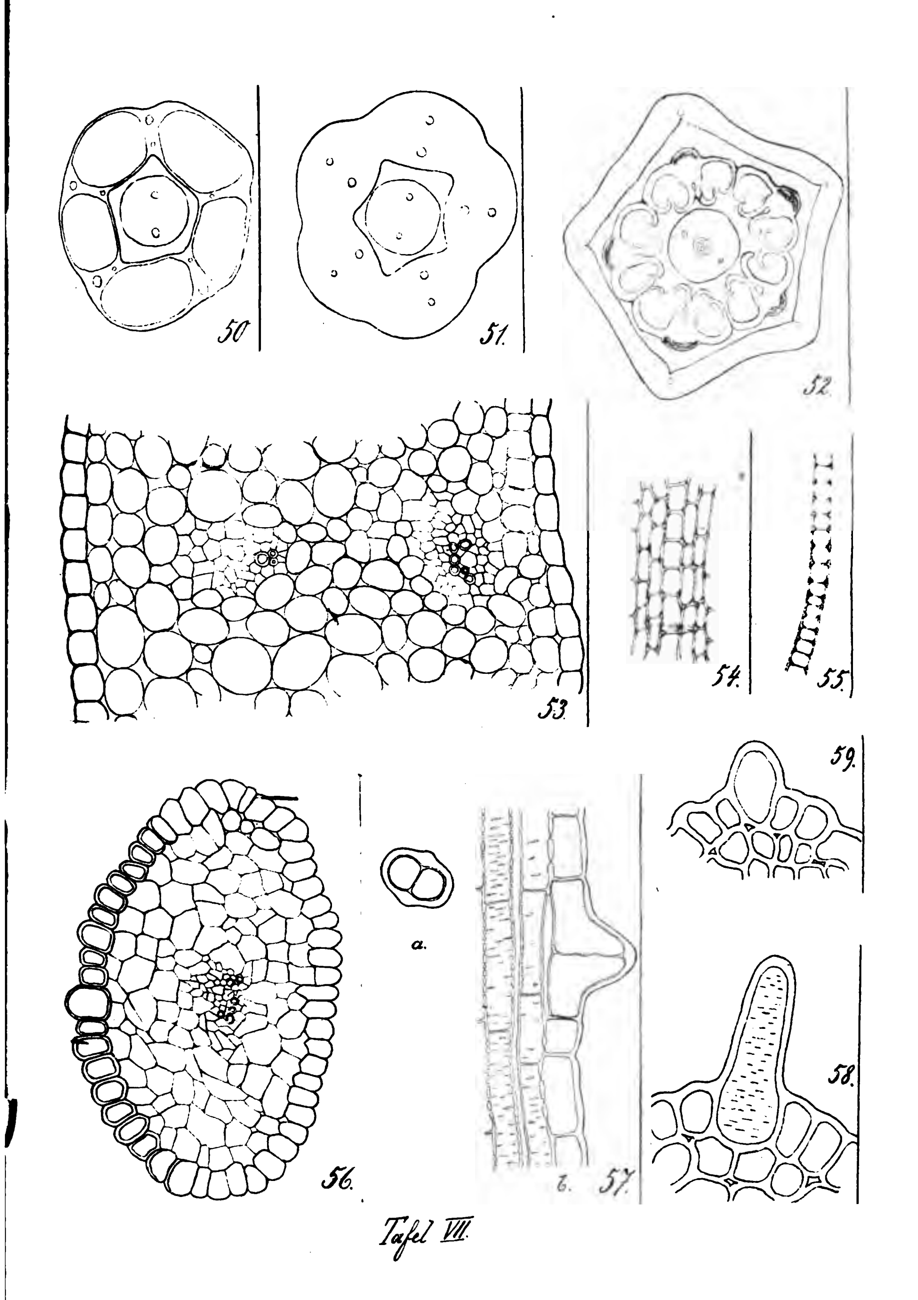



Tafel V.

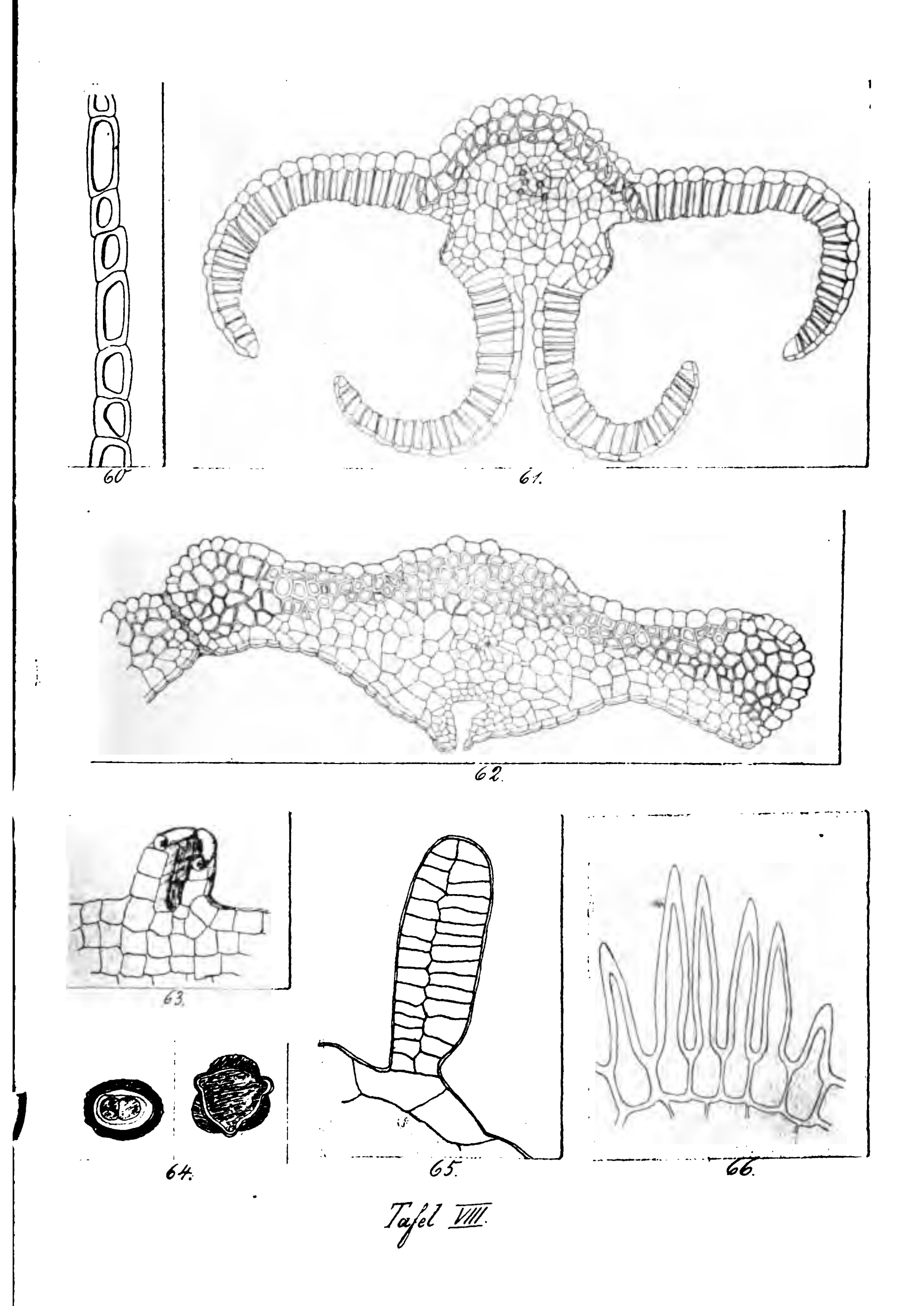




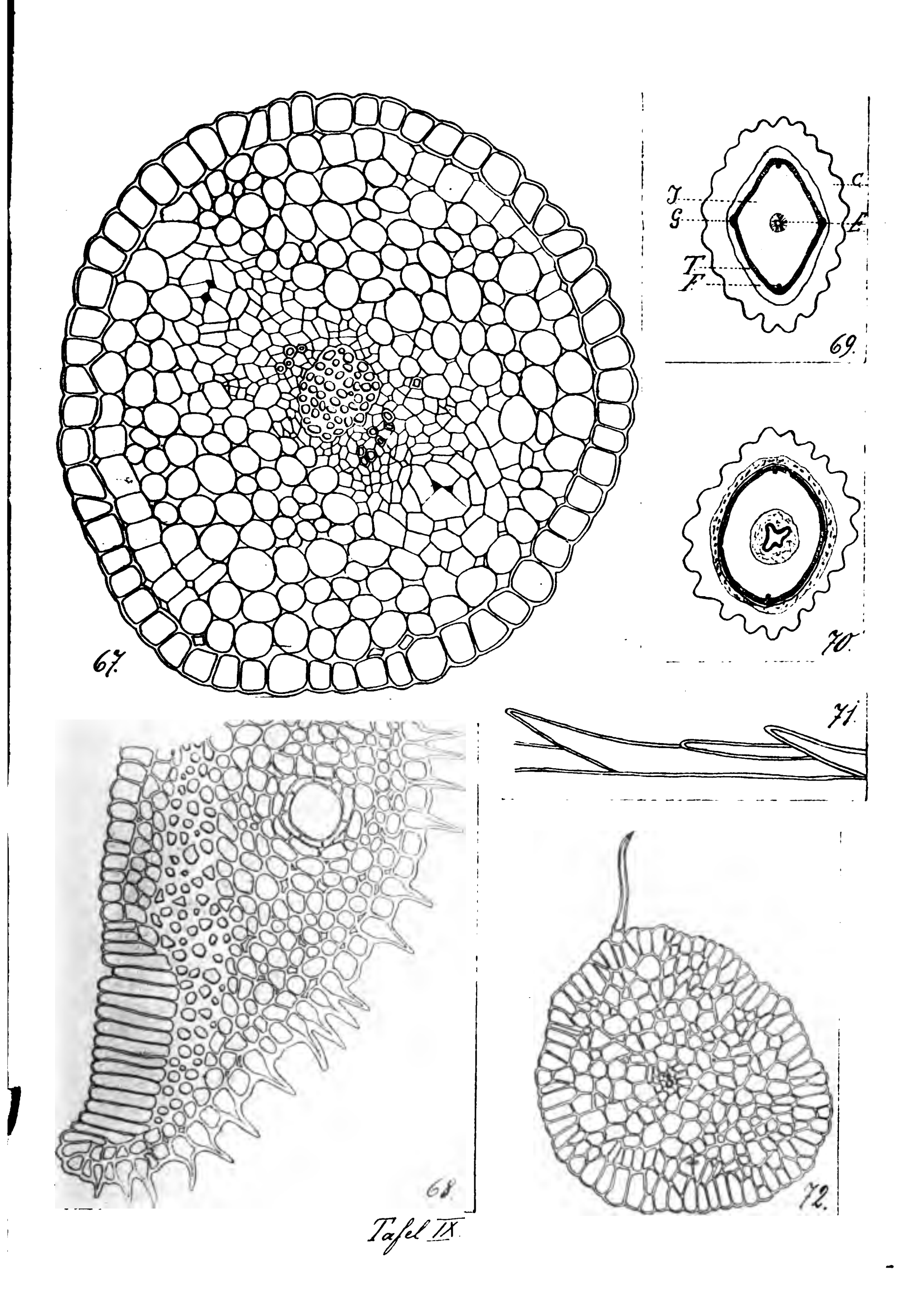

Tafel VI




Tafel VII.




Tafel VIII.




Tafel IX.